

DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA
RURAL DISPERSA BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS
MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE

ARAUCA

RICHARD ANDRÉS VALENCIA PÉREZ.

CRISTIAN CAMILO NIÑO FONSECA

2018

**DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA
BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE
ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**RICHARD ANDRÉS VALENCIA PÉREZ
CRISTIAN CAMILO NIÑO FONSECA**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
TAME
2018**

**DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA
BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA
DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**

**RICHARD ANDRÉS VALENCIA PÉREZ
CRISTIAN CAMILO NIÑO FONSECA**

Trabajo presentado para optar el título de Especialista en Gestión de Proyectos

DIRECTOR

Mauricio Maldonado Osorio

MBA. Ingeniero de Sistema

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
TAME
2018**

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Pablo Emilio Cruz Casallas
Rector (E)

Doris Consuelo Pulido
Vicerrector Académico

José Milton Puerto Gaitán
Secretario General

Rafael Ospina Infante
Decano Facultad de Ciencias Económicas

Carlos Leonardo Ríos Viasus
Director Escuela de Economía y Finanzas

Javier Díaz Castro
Director de Centro de Investigaciones

Lina Patricia Beltrán Rueda
Directora Especialización en Gestión de Proyectos

Nota de Aceptación

Lina
Patricia Beltrán Rueda Directora
Especialización Gestión en Proyectos

Mauricio Maldonado Osorio
Director Trabajo de Grado

Tame, abril de 2018

AGRADECIMIENTOS

El conocimiento del ser humano, y su condición de mejorar constantemente sus habilidades académicas y profesionales dignifican su esencia y crecimiento interior.

Es preciso indicar que ser Especialista en Gestión de Proyectos, conlleva a obtener una cualidad valiosa en el desarrollo sostenible de ideas y transformarlas en metas tangibles de sueños logrados.

En cada sueño y logro cumplido en nuestras vidas, agradecemos A Dios su presencia por ofrecernos la vida y junto a ella los obstáculos propios por cumplir, pero también por indicarnos el camino y enseñarnos la fe y la voluntad de creer en nosotros y en él, recibiendo su bendición cada día.

A nuestras familias, que se convirtieron en el primer apoyo y respaldo motivacional al emprender un ambicioso sueño de estudiar un posgrado, y en especial este, dada las circunstancias que conllevaron su desarrollo, por primera vez en Arauca.

Al Dr. Ricardo Alvarado Bestene como Gobernador de los Araucanos, y su iniciativa altruista de búsqueda y aporte institucional con Centros Educativos que promueven del desarrollo cultural regional.

Pero en especial a cada docente de la Universidad de los Llanos, por el apoyo constante e incondicional en la motivación generada y la estrategia transmitida en cada clase, propiciando un vínculo entre pares, que permitió sentir la condición de gestionar una idea en un logro materializado.

Merece un reconocimiento especial el profesor Mauricio Maldonado, por la paciencia, la dedicación excesiva de fines de semana y noches académicas, criterio técnico, y en especial

en haber transmitido la motivación interior que nos garantizará al auto crecimiento académico.

Nuestro compromiso profesional y en especial moral es grande, pues es el momento de generar cambios profundos en generar alternativas de desarrollo en la región, pues está demostrado que es la forma más notoria de obtener crecimiento estratégico y bienestar social.

RICHARD ANDRES VALENCIA PEREZ

CRISTIAN CAMILO NIÑO FONSECA

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Formulación del Problema	6
1.1. Antecedentes	6
1.2. Descripción del problema	8
2. Justificación	11
2.1. Justificación del proyecto	11
2.2. Alineación con la estrategia organizacional	15
3. Objetivos Generales y Específicos	17
3.1. Objetivo general	17
3.2. Objetivos específicos	17
4. Diseño Metodológico	18
4.1. Etapa de diagnóstico	19
4.2. Etapa de Estudios	21
4.3. Etapa de diseños	27
4.4. Cronograma de ejecución	29
4.5. Presupuesto	30
4.6. Diagnostico	31
4.6.1. Socialización del diagnóstico.	31
4.6.2. Reconocimiento de usuarios.	32
4.6.3. Identificación de rutas.	32
4.6.4. Asignación códigos de usuarios.	33
4.6.5. Número de viviendas que no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado.	35
4.7. Estudios	36
4.7.1. Prueba de bombeo.	36
4.7.2. Estudios de geotécnico.	37
4.7.3. Estudios geo-eléctrico.	38
4.7.4. Toma de muestras agua cruda.....	39
4.8. Diseños.....	40
4.8.1. Diseños hidráulicos.	40
4.8.1.1. Selección de la alternativa por captación de agua subterránea.	40
4.8.1.2. Pozos profundos perforados manualmente (Puntillos).....	47
4.8.1.3. Selección de Alternativa de tratamiento de agua residuales.	54
4.8.2. Diseños Sanitarios	55
5. Conclusiones	95
6. Referencias Bibliográficas	96

Lista De Tablas

Tabla 3 Presupuesto General	30
Tabla 4 Localización sondeos geotécnicos	37
Tabla 5 Características de las bombas	47
Tabla 6 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 0.3 \leq 1.0$ mg/L	52
Tabla 7 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 1.0 \leq 3.0$ mg/L	52
Tabla 8 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 3.0 \leq 5.0$ mg/L	53
Tabla 9 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 5.0 \leq 7.0$ mg/L	53
Tabla 10 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 7.0 \leq 10.0$ mg/L	54
Tabla 11 Consumos típicos de una vivienda típica campesina de clima cálido	55
Tabla 12 Distancia mínima de un sistema de tratamiento de aguas residuales a fuentes de agua o vivienda	57
Tabla 13 Clase de terreno según tiempo de infiltración	58
Tabla 14 Opciones de tratamiento in situ frente a variables de decisión	62
Tabla 15 Tratamiento y disposición de las aguas grises	65
Tabla 16 Capacidad del trampa grasas según el caudal y la capacidad de retención	75
Tabla 17 Tiempos de retención hidráulica	75
Tabla 18 Distancia mínima para la localización del tanque séptico	78
Tabla 19 Concentración promedio ponderada de carga	79
Tabla 20 Porcentaje de remoción de carga contaminante (DBO5) del sistema séptico ...	80
Tabla 21 Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos totales (S.S.T.) del sistema séptico	81
Tabla 22 Tiempo de retención hidráulica, Volumen y Altura de sedimentación	82
Tabla 23 Volumen y altura de lodos	84
Tabla 24 Volumen y altura de natas	85
Tabla 25 Verificación normas de diseño	86
Tabla 26 Características de las tuberías laterales de recolección filtro.	90
Tabla 27 Características de las perforaciones en los laterales.	91
Tabla 28 Título J RAS 2000	93
Tabla 29 Área de absorción necesaria en el fondo del campo	93

Lista De Ilustraciones

Ilustración 1 Plano de Ubicación, vereda bocas del ele.....	2
Ilustración 2 Tabla tasa de mortalidad con enfermedades relacionadas, fuente plan de desarrollo departamental Arauca.	3
Ilustración 3 Consumo diario según la Organización Mundial de la Salud (OMS).	4
Ilustración 4 Cobertura de acueducto y alcantarillado área rural, fuente plan de desarrollo departamental Arauca.	5
Ilustración 5 Esquema plan de desarrollo Departamental.....	16
Ilustración 6 Estrategia de desarrollo.....	18
Ilustración 7 Diseño metodológico	28
Ilustración 8 Cronograma de ejecución	29
Ilustración 9 Formato catastro de usuarios	32
Ilustración 10 ejemplo asignación de códigos de usuarios	34
Ilustración 11 Formato de autoadhesivo identificación de predios	34
Ilustración 12 Resultados de laboratorio estudio geotécnico.....	39
Ilustración 13 bomba manual para extracción de agua subterránea en vivienda rural dispersa	41
Ilustración 14 Esquema de perforación de pozo manual (Puntillo).....	47
Ilustración 15 Esquema del sistema de disposición de aguas grises en vivienda rural dispersa	67
Ilustración 16 Esquema de humedal artificial.....	68
Ilustración 17 Diagrama de flujo del sistema séptico completo de tratamiento de aguas residuales domésticas en viviendas rurales dispersas	70
Ilustración 18 Esquema del sistema séptico completo para tratamiento de aguas residuales domésticas en viviendas rurales dispersas	71
Ilustración 19 Planta y perfil de trampa grasas en vivienda rural dispersa.....	72
Ilustración 20 Corte sistema séptico (tanque y filtro anaeróbico) para tratamiento de aguas residuales domesticas en vivienda rural dispersa	88
Ilustración 21 Cálculo del volumen del filtro anaeróbico.....	89

Lista De Fotografías

Fotografía 1 Baños vivienda	10
Fotografía 2 Filtro improvisado	10
Fotografía 3 Captación de agua subterránea mediante pozo de bombeo y bomba tipo machete.	11
Fotografía 6 Socialización del diagnostico	31
Fotografía 7 Prueba de bombeo P-02.....	36
Fotografía 8 Sondeo Geo eléctrico Vertical.....	38
Fotografía 9 Toma de muestra agua cruda.....	40

Lista de Anexos

Anexo A Cronograma detallado	97
Anexo B Cotizaciones.....	98
Anexo C Formato Catastro de Usuarios y Encuesta.....	104
Anexo D Prueba de Bombeo.....	108
Anexo E Estudio Geotécnico	111
Anexo F Estudio Geo-eléctrico.....	113
Anexo G Caracterización agua cruda - Pozo-02 y Rio Ele.....	116

Introducción

El presente proyecto corresponde al **DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA, VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**

El Sector Bocas pertenece al corregimiento Cañas Bravas ubicado al sur oriente del municipio de Arauquita, en límites con el municipio de Arauca. Al norte limita con las Sabanas comunales del corregimiento de Cañas Bravas por la vía interveredal que comunica con la vía principal Tame – Cravo Norte hacia Inspección de policía Panamá de Arauca; al sur limita con el Río Ele y la vía interveredal que comunica con el caserío Filipinas; al occidente con el cruce entre los ríos Caño agua Azul y río Ele, y un camino en piedra y puente en tablas, que comunica con el caserío El Diamante; al oriente, con la vasta extensión de las sabanas comunales del corregimiento de Cañas Bravas, y la vereda La Comunidad, por la vía interveredal que comunica con la vía principal Tame – Cravo Norte, que conduce hacia el municipio de Cravo Norte. La vereda cuenta con servicio de energía eléctrica, servicio público de transporte terrestre en camionetas mixtas (carga y pasajeros), Centro Educativo Rural, no cuenta con telefonía móvil, televisión satelital, etc. La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable, que es fundamental para la vida humana. La cantidad de agua que se provee y que se usa en

las viviendas es un aspecto importante de los servicios de abastecimiento de agua domiciliar que influye en la higiene y, por lo tanto, en la salud pública.

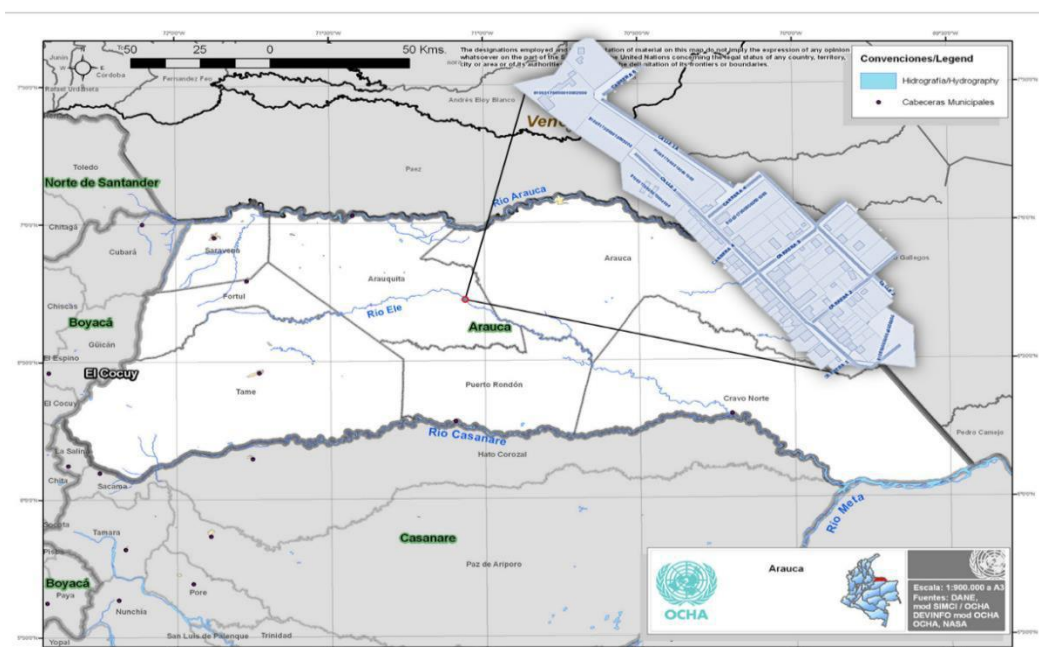


Ilustración 1 Plano de Ubicación, vereda bocas del ele

El agua es una necesidad básica en la higiene personal, no resulta significativo establecer una cantidad mínima ya que el volumen de agua que usen las viviendas dependerá de la accesibilidad, la que se determina principalmente por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales. Los beneficios a la salud pública que ofrece el uso de mayores volúmenes de agua generalmente dan como resultado dos mejoras principales. La primera se refiere a la superación de la falta de acceso básico debido a las distancias y al tiempo de recolección del agua que dan lugar al uso de volúmenes inadecuados para la higiene básica personal y para el consumo humano. Si no se logra un nivel básico de acceso al servicio, no lograremos asegurar

la higiene y se podrían poner en riesgo los requisitos para el consumo. Por lo tanto, proveer un nivel básico de acceso es la más alta prioridad para los sectores de agua y de salud.

En la población que recibe niveles básicos de servicio, los beneficios para la salud pública se logran principalmente mediante la protección de las fuentes de agua, la promoción de buenas prácticas de higiene y el manejo y tratamiento domiciliario del agua.


Tabla Tasa de mortalidad por causas CIE 10, Departamento de Arauca, año 2015 					
Orden	Causa	Frecuencia	Tasa x 1000	Frecuencia relativa simple	Frecuencia relativa Acumulada
1	Agresiones (homicidios), inclusive secuelas	90	34,31	10,51	10,5
2	Enfermedades isquémicas del corazón	85	32,40	9,93	20,4
3	Accidentes Transporte terrestre, inclusive secuelas	65	24,78	7,59	28,0
4	Infecciones respiratorias agudas	49	18,68	5,72	33,8
5	Enfermedades cerebrovasculares	46	17,54	5,37	39,1
6	Enfermedades hipertensivas	45	17,15	5,26	44,4
7	Enfermedades Crónicas vías respiratorias inferiores	30	11,44	3,50	47,9
8	Insuficiencia cardíaca	26	9,91	3,04	50,9
9	Lesiones autoinfligidas (Suicidios), incl. Secuelas	25	9,53	2,92	53,9
10	Enfermedades sistema urinario	24	9,15	2,80	56,7
	Todas las demás causas	371	141,43	43,34	100,0
	Total causas	856	326,33	100	

Ilustración 2 Tabla tasa de mortalidad con enfermedades relacionadas, fuente plan de desarrollo departamental Arauca.

El abastecimiento adecuado de agua de calidad para el consumo humano es necesario para evitar casos de morbilidad por enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. El problema no es sólo la calidad del agua; también es importante que todo individuo tenga acceso a la cantidad mínima

necesaria para satisfacer sus necesidades básicas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para garantizar que se cubren las necesidades básicas y que no surjan grandes amenazas para la salud, por tal razón es importante que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo.



Ilustración 3 Consumo diario según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El acceso a soluciones de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales es otro factor importante en la salud y la calidad de vida de la población, especialmente de los niños, niñas y adolescentes, quienes tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano que les permita desarrollar plenamente sus capacidades. Los departamentos y

municipios tienen el mandato de realizar una prestación adecuada y eficiente de los servicios de alcantarillado. Con el acceso de toda la población a servicios de agua potable y saneamiento básico, se disminuyen y controlan las enfermedades transmitidas por vectores patógenos tales como el paludismo, dengue, chicungunya, fiebre amarilla, zika, entre otras. El ambiente sano hace parte de las necesidades básicas que el Estado está obligado a satisfacer.

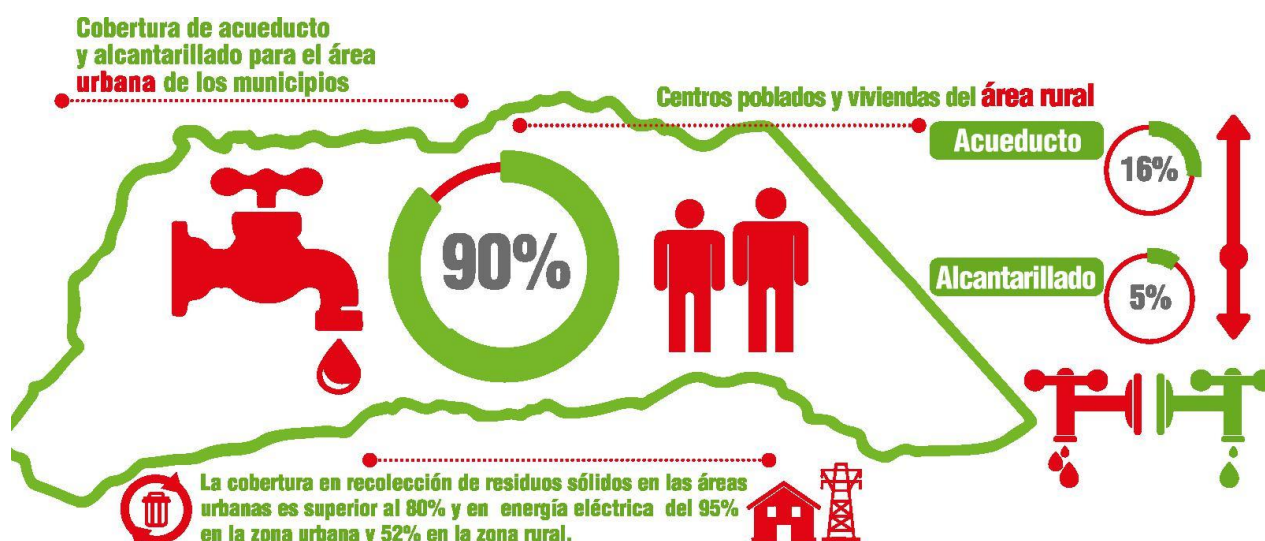


Ilustración 4 Cobertura de acueducto y alcantarillado área rural, fuente plan de desarrollo departamental Arauca.

Finalmente, es de resaltar que en este proyecto se describen los aspectos relacionados al desarrollo del proyecto, la metodología, justificación, los riesgos y demás datos técnicos necesarios para el diagnóstico y diseño de soluciones individuales de agua potable y saneamiento básico en el área rural.

1. Formulación del Problema

1.1. Antecedentes

La salud pública es "la ciencia y el arte de prevenir las enfermedades, prolongar la vida y la promoción de la salud a través de los esfuerzos organizados y decisiones con conocimiento de la sociedad, las organizaciones, públicas y privadas, comunidades e individuos" (1920, CEA Winslow).

El enfoque de una intervención de salud pública es prevenir y controlar enfermedades, lesiones y otras condiciones de salud a través de la vigilancia de casos y la promoción de conductas saludables, comunidades y ambientes. Muchas enfermedades se pueden prevenir a través de simples, métodos no médicos. "Por ejemplo, la investigación ha demostrado que el simple acto de lavarse las manos con jabón puede prevenir muchas enfermedades contagiosas" (unicef). En otros casos, el tratamiento de una enfermedad o el control de un patógeno puede ser vital para prevenir su propagación a otros, como por ejemplo durante un brote de las enfermedades infecciosas, o la contaminación de los alimentos o el agua.

"El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua saludable y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades". (Dr LEE Jong-wook)

Las actividades primordiales de salud pública van dirigidas al control del medio ambiente en su sentido amplio, como son la contaminación del suelo, agua, aire, los alimentos y los recursos.

Por otra parte, el flagelo del desplazamiento forzado en el departamento de Arauca, se presentó desde mediados de la década de los 80 de manera individual y progresiva debido al conflicto armado interno. El sector de Bocas del ELE no fue ajeno a la violencia generada por estos grupos al margen de la Ley, lo que impulsó a que la gran mayoría de moradores de estas tierras rurales, migraran principalmente hacia la capital Araucana. Aunado a lo anterior, la presencia del estado en inversión social fue deficiente, de allí que la única vía de comunicación terrestre, en época invernal era intransitable; no se contaba con el servicio de energía eléctrica y los servicios de agua potable eran inexistentes, se abastecían de agua no tratada mediante la construcción de un pozo perforado de donde se bombeaba con ayuda de una bomba tipo machete. Ante la ausencia de condiciones sanitarias apropiadas, las excretas eran depositadas a campo abierto, conllevando a una contaminación sanitaria y ambiental.

En años recientes, esta vereda ha tenido un crecimiento exponencial en su número de habitantes, debido a la parcelación de predios rurales destinados como unidades habitacionales productivas motivado entre otras razones por la mejora en la prestación de servicios básicos tales como energía eléctrica, servicio público de transporte terrestre, mejoramiento de la única vía de acceso que facilita el desplazamiento de las

personas en vehículos motorizados a la capital en cualquier época del año que permiten la comercialización de sus productos agropecuarios.

Por otro lado la administración departamental periodo 2012-2015, invirtió recursos en el diagnóstico, diseño y construcción de quince (15) soluciones individuales de agua potable y saneamiento básico en el municipio de Arauca, mediante CONTRATO DE OBRA No. 004 DE 2015, de las cuales seis (6) de dichas soluciones se llevaron a cabo en la vereda Arrecifes, cuatro (4) en vereda san pablo, dos (2) vereda chaparrito y tres (3) en vereda flor amarillo, para el cuatrienio 2016-2019, el gobierno departamental considera que el número de soluciones individuales base para el área rural del departamento es de 2500 unidades y tiene como meta la construcción de 200 unidades según el plan de desarrollo departamental.

1.2. Descripción del problema

Para el caso específico del presente documento, se identificó como problema central los altos niveles de disposición de aguas residuales sin tratar en la zona rural dispersa debocas del ELE municipio de Arauquita, departamento de Arauca, que afecta de manera directa a la comunidad en general de la zona incidiendo en la productividad, competitividad e incrementa los gastos de salud de la región.

La baja cobertura en los servicios de tratamiento de aguas residuales en la zona rural dispersa puede darse por debilidades en el esquema de prestación el servicio, o por ausencia del mismo. No obstante, la inadecuada disposición de estas aguas genera

contaminación del suelo y de las diferentes fuentes hídricas tanto como subterráneas como superficiales, esto tiene efectos nocivos en la salud pública y en el medio ambiente. Así mismo, el problema incide sobre otros factores negativos, como la ocurrencia de malos olores y la aparición o proliferación de vectores como moscas y mosquitos.

Los pobladores de la zona, en un intento por mejorar las condiciones sanitarias para sus hijos, idean soluciones primarias de tratamiento con las que disminuyen el riesgo fisicoquímico, sin embargo, el riesgo microbiológico permanece intacto ya que estos filtros improvisados no permiten eliminar bacterias ni parásitos.

Entre las posibles causas que están dando origen a la problemática descrita se encuentran:

- ✓ Baja gestión pública en la provisión de soluciones de tratamiento de aguas residuales en la zona rural.
- ✓ Deficientes sistemas de tratamiento de aguas residuales en las viviendas fueron las causas seleccionadas como las más probables de afectación.

- A continuación podemos ver una muestra de las soluciones improvisadas existentes.



Fotografía 1 Baños vivienda



Fotografía 2 Filtro improvisado



Fotografía 3 Captación de agua subterránea mediante pozo de bombeo y bomba tipo machete.

En virtud de lo anterior podemos concluir que las condiciones actuales no son las más adecuadas para prestar un buen servicio de agua potable y saneamiento básico.

2. Justificación

2.1. Justificación del proyecto

En la zona rural del municipio se presentan aún altos índices de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) pese a los esfuerzos realizados por las Administraciones municipales en materia de vivienda y servicios públicos. Esta situación afecta la salud y el desarrollo integral de las personas que allí habitan, genera impactos ambientales negativos y la disminución de las actividades productivas de la zona.

Debido a la dispersión de las viviendas rurales, el sistema de alcantarillado no tiene cobertura en esta zona y en cada vivienda la disposición de las aguas residuales se realiza de forma inadecuada hacia los terrenos aledaños a la vivienda, así como hacia los ríos y lagunas. En el mejor de los casos las viviendas cuentan con una unidad sanitaria construida artesanalmente que podría representar riesgo de colapso o problemas de salubridad. Esta situación genera un alto riesgo de transmisión de enfermedades especialmente en la población infantil.

Existen datos asociados a la Morbilidad relacionada con calidad del agua referente a la enfermedad Diarreica Aguda en el área urbana sin embargo la baja cobertura en el área rural se refleja en que no existen datos que nos puedan llevar a medir directamente estos casos.

La baja cobertura en el tratamiento de aguas residuales en zonas rurales dispersas, genera contaminación del suelo y las fuentes hídricas (subterráneas y superficiales), así como malos olores y proliferación de vectores como moscas y mosquitos, lo cual desencadena en enfermedades gastrointestinales, especialmente en niños.

Así mismo el Plan Nacional de Desarrollo indica, que asociados a los modelos de producción y al comportamiento de la población, se presentan efectos en el ambiente y en la salud humana que representan altos costos para la sociedad. Por ejemplo, se ha estimado que los costos relacionados con la contaminación del aire urbano e intramural y los sistemas inadecuados de agua, saneamiento e higiene alcanzan cerca del 2 % del PIB.

Para la ejecución de los proyectos de agua potable y saneamiento básico las competencias de orden nacional y territorial propenden por la definición de políticas públicas que orienten y coordinen las acciones pertinentes para promover la adecuada disposición de aguas residuales en la zona rural dispersa.

El CONPES 3810 define “La Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural, y hace referencia entre otras cosas a las dificultades en la estructuración, ejecución e implementación de proyectos en el área rural.” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2014).

La siguiente normatividad es de estricto cumplimiento por parte de las entidades territoriales del orden Departamental, distrital y municipal:

Ley 489 de 1998 Art 59.

“El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tiene como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.” (El Congreso De Colombia, 1998).

La Ley 142 de 1994 Art 7.

“Asegurar que se presten en su territorio las actividades de transmisión de energía eléctrica, por parte de empresas oficiales, mixtas o privadas.

Organizar sistemas de coordinación de las entidades prestadoras de servicios públicos y promover, cuando razones técnicas y económicas lo aconsejen, la organización de asociaciones de municipios para la prestación de servicios públicos, o la celebración de convenios interadministrativos para el mismo efecto.”

(El Congreso De Colombia, 1994)

La Ley 142 de 1994 Art 65.

“El municipio debe propender para que las comunidades reciban los servicios públicos domiciliarios en condiciones eficientes y oportunas, incluyendo la zona rural. Para ello el deberá:

- Apoyar la activa y constructiva participación de los comités de desarrollo y control social, para que alerten a los prestadores en la mejora de los servicios.
- Mantener una correcta y actualizada estratificación de los predios urbanos y rurales, lo cual incidirá directamente, en la asignación de subsidios y el cobro de contribuciones y reportar la información al SUI. “ (El Congreso De Colombia, 1994)

Constitución Política de Colombia

“Art 367. Establece que los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación, en los eventos en que los municipios presten directamente alguno de los servicios públicos domiciliarios.” (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). Lo anterior hace necesario implementar soluciones individuales de tratamiento de agua potable y sanitaria para vivienda rural dispersa con lo que buscamos disminuir la disposición de aguas residuales sin tratar.

2.2. Alineación con la estrategia organizacional

Con base en el enfoque del proyecto y los problemas a solucionar, se realizó una revisión de la políticas públicas departamentales y se encontró que existen una serie de acciones orientadas a promover una buena disposición de aguas residuales y suministro de agua potable en la zona rural dispersa, por medio de su plan de desarrollo para el Departamento de Arauca “HUMANIZANDO EL DESARROLLO 2016 – 2019, en su dimensión social cuyo eje estratégico es la reducción de brechas de pobreza para la igualdad en su programa agua y saneamiento básico con calidad y accesibilidad, por el cual busca reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en agua potable y saneamiento básico, protegiendo el uso de los recursos naturales y garantizando el bienestar y la inclusión social ”. (Arauca, Gobernacion , 2016).

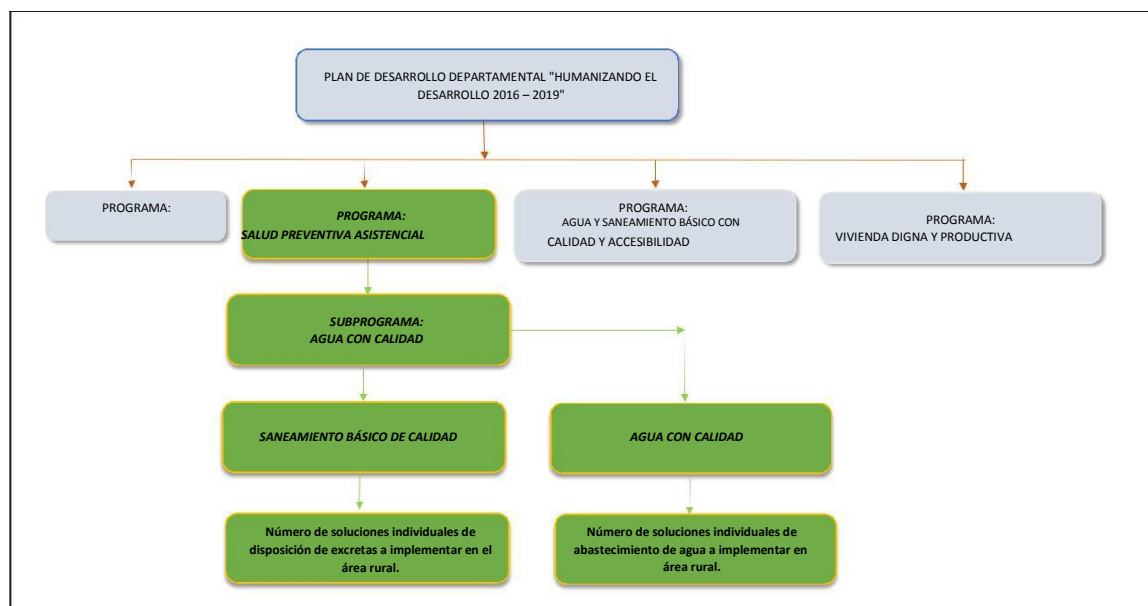


Ilustración 5 Esquema plan de desarrollo Departamental

Finalmente se encuentra que una buena disposición de aguas residuales y suministro de agua potable este articulado desde la política pública departamental por medio de su plan de desarrollo apuntando en su dimensión social cuyo eje estratégico es la reducción de brechas de pobreza para la igualdad en su programa agua y saneamiento básico con calidad y accesibilidad a través de la construcción de soluciones individuales de disposición de excretas y abastecimiento de agua potable.

3. Objetivos Generales y Específicos

3.1. Objetivo general

- 3.1.1. Diseñar un sistema de acueducto y alcantarillado sanitario como solución al saneamiento básico para vivienda rural dispersa de Bocas del Ele vereda cañas bravas municipio de Arauquita Departamento de Arauca.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1. Identificar el número de viviendas que no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado en Bocas del Ele vereda cañas bravas municipio de Arauquita Departamento de Arauca, mediante el diligenciamiento del formulario de encuesta establecido por el ministerio.
- 3.2.2. Identificar la opción tecnológica más adecuada de solución individual de acueducto y alcantarillado sanitario para Bocas del Ele vereda Cañas Bravas municipio de Arauquita Departamento de Arauca, mediante el análisis de los estudios técnicos realizados en el lugar.
- 3.2.3. Definir el nivel de disposición final de aguas residuales sin tratar en los cuerpos de aguas Bocas del Ele vereda cañas bravas municipio de Arauquita, Departamento de Arauca.

4. Diseño Metodológico

Para el diseño de un sistema de acueducto y alcantarillado sanitario como solución al saneamiento básico para vivienda rural dispersa del sector Bocas del ELE vereda cañas Bravas Municipio de Arauquita Departamento de Arauca el equipo ha propuesto una estructura compuesta por tres etapas secuenciales a través de las cuales se espera cumplir con éxito los objetivos planteados.

El siguiente esquema representa mi estrategia de desarrollo por etapa:



Ilustración 6 Estrategia de desarrollo

4.1. Etapa de diagnóstico

Está compuesta por cuatro (4) actividades los cuales se describen a continuación:

Socialización:

El correcto diseño de un proyecto debe contar con la mirada de los beneficiarios, sus conocimientos, tener en cuenta las necesidades reales y elementos de su propia dinámica social. Todo esto junto brinda confianza en la calidad del proceso. Por lo anterior es efectivo realizar en los inicios una socialización, participación de los proyectos, talleres y reuniones aleatorias de consulta con los representantes principales de cada comunidad para involucrarlos.

El objeto de la participación es facultar y poner en acción las personas para que sirvan como actores y supervisen su propio desarrollo. La participación puede servir para: ayudar a resolver y manejar conflictos que se generen en el proceso, con la obtención de una base común y de negociación entre los actores involucrados. Además, crea oportunidades para el aprendizaje social e innovación, lo que facilita el compromiso de la comunidad con los cambios sociales.

Reconocimiento de usuarios:

En esta etapa con ayuda de los líderes de la zona se inicia un reconocimiento de los posibles usuarios y de la zona en general, con el ánimo de poder hacer un conocer todos los posibles actores involucrados en el proyecto y definir quienes se beneficiarán directa o indirectamente por el proyecto.

Con este se hace un reconocimiento del sector, sus límites, las costumbres y problemáticas del sector a intervenir.

Reconocimiento de Rutas:

Con esta actividad se busca identificar las posibles rutas, además hacer reconocimiento y un levantamiento de catastro de usuarios, en las cuales se determine de manera eficiente el inicio de todas las encuestas y diagnóstico de la zona a intervenir; una vez planteadas estas posibles rutas se plasman en un plano y se direcciona al personal encargado para iniciar el proceso.

Asignación de códigos:

En este punto se identificará y se codificarán los usuarios en manera progresiva según el levantamiento de catastro, con el fin de referenciarlos e identificarlos durante la ejecución del proyecto, de esta manera se facilita la toma de decisiones y correcciones a que dé lugar el mismo, gracias a esto se tabulara de manera más ágil la información recolectada con el fin de avanzar, tener de manera sencilla, veraz y clara la información real.

4.2. Etapa de Estudios

Esta etapa se conforma por cuatro (4) actividades que determinaran la realización de los diseños del proyecto, estas actividades se describen a continuación:

Prueba de bombeo:

Esta actividad tiene como finalidad el determinar en la medida de lo posible, las características hidráulicas de los acuíferos que son captados por los diversos usuarios del recurso. La prueba consiste en la operación del equipo de bombeo durante un tiempo prolongado (oscila entre algunos minutos hasta algunas horas o días), y en la medición del nivel de agua a diversos intervalos de tiempo, tanto durante el descenso del nivel de agua (abatimiento), hasta alcanzar un estado de equilibrio, para luego apagar el equipo de bombeo y medir la recuperación del nivel, también a diversos intervalos de tiempo. Con esta información se busca obtener las propiedades hidráulicas como permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, entre otras. Es importante mencionar que no siempre es posible evaluar todas estas propiedades, dado que en campo no se encuentran permanentemente las condiciones ideales o teóricas.

Procedimiento para realización prueba de bombeo:

Paso 1: Detener el bombeo del pozo 24 horas antes de la prueba. El pozo debe estar en su nivel estático para iniciar el bombeo, no puede estar en recuperación, es por ello, que se indica apagar la bomba el día anterior.

Paso 2: Antes de iniciar se deben tomar las medidas necesarias de seguridad, luego proceder a revisar, verificar que el equipo y las herramientas para la generación de la prueba esté disponible y en buenas condiciones para dar inicio a la prueba de bombeo. Paso 3: Se ubica el pozo de bombeo para determinar los equipos necesarios que se requieren para destapar el pozo, instalar la sonda (eléctrica o manual) para medir el nivel del agua, y el equipo para medir el caudal. Generalmente para realizar el bombeo se utiliza el equipo instalado en el pozo.

Paso 4: Diligenciar los datos solicitados en el formato Código: F340 y F341, antes y a medida que avanza la prueba.

Paso 5: Medir la profundidad del pozo, y el nivel del agua (estático y dinámico) con la sonda, datos tomados antes de iniciar el bombeo y durante el mismo hasta el cese del mismo.

Paso 6: Determinar el tipo de prueba que se realizara, desde el punto de vista del caudal extraído, las pruebas de pozo se realizan a caudal constante o con abatimiento escalonado.

Paso 7: Para pozos con caudales superiores a 10 l/s, la prueba de bombeo deberá ser

escalonada a tres ciclos, con 16 horas de duración cada uno, y el aforo no podrá realizarse por el método volumétrico; en este caso, se utilizará el método del piezómetro o Macromedidor.

Paso 8: Luego se enciende el breaker que arranca la bomba y se inicia el bombeo.

Paso 9: Para realizar el bombeo a caudal constante o escalonado se deben registrar los datos del descenso del nivel de agua que se toman con la sonda, posterior a la tercera hora, el descenso de nivel de agua pueden tomarse cada hora (60 minutos).

Como el abatimiento del nivel es mayor durante las primeras dos horas, la lectura se debe realizar a intervalos cortos, estas se van aumentando conforme se prolonga el bombeo. En la Tabla No 1 se sugiere una secuencia de intervalos de tiempos, aplicables para el pozo de bombeo, así como para los de observación que se encuentren cercanos al pozo bombeado, ya que en ellos las variaciones de nivel del agua son inmediatas.

Estudios geotécnicos:

En este proyecto en específico un ingeniero geotecnista debe precisar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones particulares para el diseño y construcción de todas las obras relacionadas, conforme a este Reglamento de dichos estudios. Su presentación es obligatoria ya que en este se definen el tipo de suelo, el diseño y las recomendaciones de la cimentación y del proceso constructivo.

El estudio geotécnico definitivo debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

Del proyecto — Nombre, plano de localización, objetivo del estudio, descripción general del proyecto, sistema estructural y evaluación de cargas. No se podrán considerar como ESTUDIO GEOTÉCNICO DEFINITIVO aquellos estudios realizados con cargas preliminares ni donde sólo se hayan tenido en cuenta las cargas de gravedad.

Del subsuelo — Resumen del reconocimiento de campo, de la investigación adelantada en el sitio específico de la obra, la morfología del terreno, el origen geológico, las características físico mecánicas y la descripción de los niveles freáticos o aguas subterráneas con una interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado.

De cada unidad geológica o de suelo, se dará su identificación, su espesor, su distribución y los parámetros obtenidos en las pruebas y ensayos de campo y en los de laboratorio, siguiendo los lineamientos. Se debe estudiar el efecto o descartar la presencia de suelos con características especiales como suelos expansivos, dispersivos, colapsables, y los efectos de la presencia de vegetación ó de cuerpos de agua cercanos.

De los análisis geotécnicos — Resumen de los análisis y justificación de los criterios geotécnicos adoptados que incluyan los aspectos contemplados especialmente en los aspectos locales. También, el análisis de los problemas constructivos de las alternativas de cimentación y contención, la evaluación de la estabilidad de taludes temporales de corte, la necesidad y planteamiento de

alternativas de excavaciones soportadas con sistemas temporales de contención en voladizo, apuntalados o anclados. Se deben incluir los análisis de estabilidad y deformación de las alternativas de excavación y construcción, teniendo en cuenta, además de las características de resistencia y deformabilidad de los suelos, la influencia de los factores hidráulicos.

De las recomendaciones para diseño — Los parámetros geotécnicos para el diseño estructural del proyecto como: tipo de cimentación, profundidad de apoyo, presiones admisibles, asentamientos calculados incluyendo los diferenciales, tipos de estructuras de contención y parámetros para su diseño, perfil del suelo para el diseño sísmico resistente y parámetros para análisis de interacción suelo-estructura junto con una evaluación del comportamiento del depósito de suelo o del macizo rocoso bajo la acción de cargas sísmicas así como los límites esperados de variación de los parámetros medidos y el plan de contingencia en caso de que se excedan los valores previstos. Se debe incluir también la evaluación de la estabilidad de las excavaciones, laderas y rellenos, diseño geotécnico de filtros y los demás aspectos.

De las recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos — Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio geotécnico lo estime necesario, se hará un capítulo que contenga: estimar los asentamientos ocasionales originados en descenso del nivel freático, así como sus efectos sobre las edificaciones vecinas, diseñar un sistema de soportes que garantice la estabilidad de las edificaciones o predios vecinos, estimar los asentamientos inducidos por el peso de la nueva edificación sobre las construcciones vecinas,

calcular los asentamientos y deformaciones laterales producidos en obras vecinas a causa de las excavaciones, y cuando las deformaciones o asentamientos producidos por la excavación o por el descenso del nivel freático superen los límites permisibles deben tomarse las medidas preventivas adecuadas.

Anexos — En el informe de suelos se deben incluir planos de localización regional y local del proyecto, ubicación de los trabajos de campo, registros de perforación y resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio. Se debe incluir la memoria de cálculo con el resumen de la metodología seguida, una muestra de cálculo de cada tipo de problema analizado y el resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas. Además, planos, esquemas, dibujos, gráficas, fotografías, y todos los aspectos que se requieran para ilustrar y justificar adecuadamente el estudio y sus recomendaciones.

Estudios geo-eléctricos.

Con este estudio analizaremos la constitución y posición de los sedimentos, rocas y aguas subterráneas, utilizando la evolución de la resistividad eléctrica a través del subsuelo.

Se realizan Estudios Geo-eléctricos para la prospección de agua subterránea, para diseñar y proyectar perforaciones de pozos profundos para la explotación de recursos hídricos subterráneos que satisfagan las necesidades hídricas de las personas beneficiadas por este proyecto.

Muestra de agua cruda.

Para esta actividad tomaremos muestra de agua cruda con las técnicas adecuadas para la recolección, pues de ellas depende que se obtenga un resultado verdadero, de todos los factores que puedan afectar el consumo de esta para la comunidad.

Existen tres tipos de muestras para analizar el agua cruda o potable:

Físico: Es una característica que se detecta por medio de los sentidos, por lo cual, incide sumamente en las condiciones estéticas del agua (turbiedad, color, olor, sabor y temperatura).

Químico: para el efecto de su análisis se tienen en cuenta: el pH (Acidez y alcalinidad), dureza y oxígeno disuelto.

Microbiológico: debido a la contaminación del hombre, las aguas pueden contener algunos microorganismos perjudiciales para la salud tales como: virus, bacterias y protozoos.

4.3. Etapa de diseños

Una vez obtenido los datos recopilados a través del diagnóstico efectuado en la zona y de los estudios respectivos, el equipo de trabajo se definirá la alternativa más favorable mediante la cual se procederá a diseñar el sistema tecnológico más adecuado para la zona influencia de este proyecto.

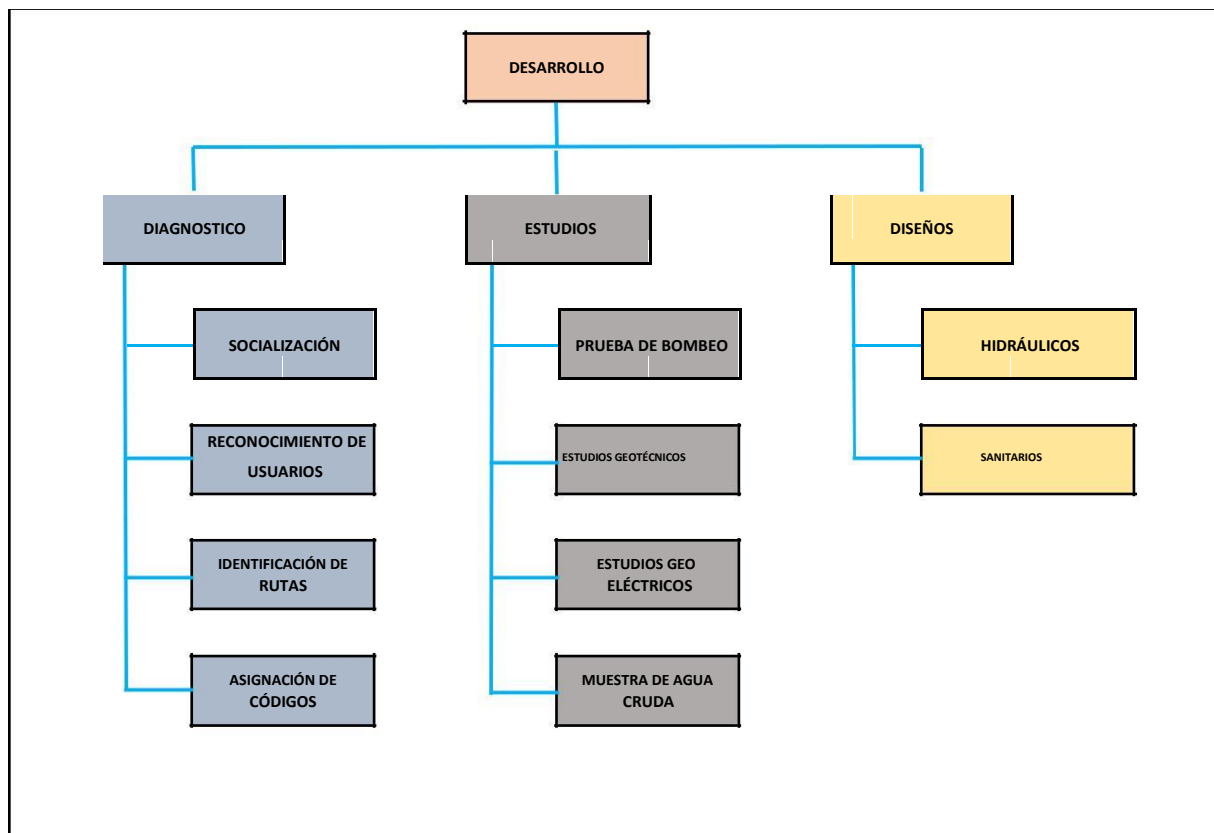


Ilustración 7 Diseño metodológico

4.4. Cronograma de ejecución

A continuación, se incluye un resumen del cronograma de ejecución de actividades principales del proyecto.

Para conocer el cronograma detallado ver (Anexo A)

ITEM	PRODUCTOS	ENERO			FEBRERO				MARZO			
		SEMANAS			SEMANAS				SEMANAS			
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	DIAGNOSTICO, ANALISIS Y EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO											
1,1	SOCIALIZACIÓN											
1,2	RECONOCIMIENTO DE USUARIOS											
1,3	IDENTIFICACIÓN DE RUTAS											
1,4	ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS											
	ESTUDIOS Y ANALISIS DETALLADOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO											
2,1	PRUEBA DE BOMBEO											
2,2	ESTUDIO GEOTÉCNICO											
2,3	ESTUDIO GEOELÉCTRICO											
2,4	MUESTRA Y ANALISIS DE AGUA CRUDA											
	DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO											
3,1	DISEÑO HIDRAULICO											
3,2	DISEÑO SANITARIOS											

Ilustración 8 Cronograma de ejecución

4.5. Presupuesto

A continuación, se incluye el presupuesto de gastos determinados para la ejecución de este proyecto.

Tabla 1 Presupuesto General

PROYECTO:	PRESUPUESTO GENERAL					
	DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA					
	POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA BOCAS					
	DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA					
	DEPARTAMENTO DE ARAUCA					
	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	PRODUCTOS ENTREGABLES			
	1	DIAGNOSTICO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO	VALOR UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL
	1.1	SOCIALIZACIÓN	\$2,975,000.00	GL	1	\$2,975,000.00
	1.2	RECONOCIMIENTO DE USUARIOS	\$3,570,000.00	GL	1	\$3,570,000.00
	1.3	IDENTIFICACIÓN DE RUTAS	\$1,428,000.00	GL	1	\$1,428,000.00
1.4	ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS	\$952,000.00	GL	1	\$952,000.00	
2	ESTUDIOS Y ANÁLISIS DETALLADOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO					
2.1	PRUEBA DE BOMBEO	\$5,950,000.00	UND	1	\$5,950,000.00	
2.3	ESTUDIO GEOTÉCNICO	\$8,687,000.00	UND	1	\$8,687,000.00	
2.2	ESTUDIO GEO ELÉCTRICO	\$5,950,000.00	UND	1	\$5,950,000.00	
2.3	MUESTRA Y ANÁLISIS DE AGUA CRUDA	\$4,760,000.00	UND	2	\$9,520,000.00	
3	DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO					
3.1	DISEÑO HIDRÁULICO	\$2,975,000.00	UND	1	\$2,975,000.00	
3.2	DISEÑO SANITARIOS	\$4,165,000.00	UND	1	\$4,165,000.00	
	VALOR TOTAL PROYECTO INCLUYE IVA (19%)					\$46,172,000.00

Para conocer las cotizaciones ver (Anexo B)

Los precios anterior mente discriminados fueron el resultado de la media aritmética de proveedores de la región que prestan esta clase de servicios. (Anexo II)

4.6. Diagnostico

4.6.1. Socialización del diagnóstico.

Se realizó el censo de usuarios con la participación de la comunidad y la colaboración del Sr. Alirio Martínez, miembro de la JAC, con previa autorización y en reunión con el Sr Juan, actual Presidente de la JAC de Bocas del Ele. Durante la reunión se informó la metodología, el tipo de información a solicitar, se pidió apoyo por parte de la JAC para realizar recorrido de reconocimiento e identificación de las necesidades de la comunidad.



Fotografía 4 Socialización del diagnostico

4.6.2. Reconocimiento de usuarios.

El registro de las rutas se realizó sobre el plano de la población y la ruta se diseñó buscando el recorrido que permita visitar el mayor número posible de predios con el menor desplazamiento del lector (fontanero, revisor de redes o inspector).

Para el catastro de usuarios tenemos un formato, que está acompañado de un registro fotográfico en donde se identifica la vivienda los datos de quien recibe la encuesta, información del catastro y en algunos casos la información socioeconómica que nos ayuda a conocer un poco más la situación actual de la población.

FORMATO CATASTRO DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO
FICHA CENSO ENCUESTA NIVEL SOCIOECONÓMICO

ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

Departamento: _____ Inscripción: _____ Fecha entrevista: _____
Municipio: _____ Vereda: _____ Tipo de vivienda: _____
Número predio de registro: _____

B. SERVIDOR DE ALCANTARILLADO

¿El domicilio cuenta con aguas residuales de alcantarilla?
Sí ☐ No ☐

¿El alcantarillado es a través de pozos o letrinas?
Sí ☐ No ☐

¿El tipo de letrina es: ☐ fosos ☐ pozos ☐
Cada cuánto se hace limpieza al pozo o letrina? ☐ diario ☐ semanal ☐ mensual ☐
Cada cuánto se hace limpieza al pozo o letrina? ☐ diario ☐ semanal ☐ mensual ☐

C. SERVIDOR Y CALIDAD DEL AGUA

¿Tiene conexión de acueducto? ☐ Sí ☐ No ☐

¿El agua que recibe proviene de alguna de las siguientes fuentes?
Fuente: ☐ Tubería ☐ Manantial ☐
¿Cuántos litros consume diariamente? ☐ 10 ☐ 20 ☐ 30 ☐ 40 ☐ 50 ☐ 60 ☐ 70 ☐ 80 ☐ 90 ☐ 100 ☐
¿Cuántos litros consume diariamente? ☐ 10 ☐ 20 ☐ 30 ☐ 40 ☐ 50 ☐ 60 ☐ 70 ☐ 80 ☐ 90 ☐ 100 ☐
¿Cuántos litros consume diariamente? ☐ 10 ☐ 20 ☐ 30 ☐ 40 ☐ 50 ☐ 60 ☐ 70 ☐ 80 ☐ 90 ☐ 100 ☐
¿Cuántos litros consume diariamente? ☐ 10 ☐ 20 ☐ 30 ☐ 40 ☐ 50 ☐ 60 ☐ 70 ☐ 80 ☐ 90 ☐ 100 ☐

D. USO DEL AGUA DE ACUEDUCTO

¿Cada cuánto se utiliza el agua de acueducto?
Cada cuánto se utiliza el agua de acueducto? ☐ diario ☐ semanal ☐ mensual ☐
Cada cuánto se utiliza el agua de acueducto? ☐ diario ☐ semanal ☐ mensual ☐
Cada cuánto se utiliza el agua de acueducto? ☐ diario ☐ semanal ☐ mensual ☐

E. ALMACENAMIENTO DE AGUA

¿Para cuántos días se almacena el agua? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐

F. CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR

¿Cuántas personas viven en el hogar? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 16 ☐ 17 ☐ 18 ☐ 19 ☐ 20 ☐ 21 ☐ 22 ☐ 23 ☐ 24 ☐ 25 ☐ 26 ☐ 27 ☐ 28 ☐ 29 ☐ 30 ☐ 31 ☐ 32 ☐ 33 ☐ 34 ☐ 35 ☐ 36 ☐ 37 ☐ 38 ☐ 39 ☐ 40 ☐ 41 ☐ 42 ☐ 43 ☐ 44 ☐ 45 ☐ 46 ☐ 47 ☐ 48 ☐ 49 ☐ 50 ☐ 51 ☐ 52 ☐ 53 ☐ 54 ☐ 55 ☐ 56 ☐ 57 ☐ 58 ☐ 59 ☐ 60 ☐ 61 ☐ 62 ☐ 63 ☐ 64 ☐ 65 ☐ 66 ☐ 67 ☐ 68 ☐ 69 ☐ 70 ☐ 71 ☐ 72 ☐ 73 ☐ 74 ☐ 75 ☐ 76 ☐ 77 ☐ 78 ☐ 79 ☐ 80 ☐ 81 ☐ 82 ☐ 83 ☐ 84 ☐ 85 ☐ 86 ☐ 87 ☐ 88 ☐ 89 ☐ 90 ☐ 91 ☐ 92 ☐ 93 ☐ 94 ☐ 95 ☐ 96 ☐ 97 ☐ 98 ☐ 99 ☐ 100 ☐

G. COMPARA AGUA DE OTRAS FUENTES

¿Cuántas personas del hogar utilizan agua de otras fuentes?
¿Cuántas personas del hogar utilizan agua de otras fuentes? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 16 ☐ 17 ☐ 18 ☐ 19 ☐ 20 ☐ 21 ☐ 22 ☐ 23 ☐ 24 ☐ 25 ☐ 26 ☐ 27 ☐ 28 ☐ 29 ☐ 30 ☐ 31 ☐ 32 ☐ 33 ☐ 34 ☐ 35 ☐ 36 ☐ 37 ☐ 38 ☐ 39 ☐ 40 ☐ 41 ☐ 42 ☐ 43 ☐ 44 ☐ 45 ☐ 46 ☐ 47 ☐ 48 ☐ 49 ☐ 50 ☐ 51 ☐ 52 ☐ 53 ☐ 54 ☐ 55 ☐ 56 ☐ 57 ☐ 58 ☐ 59 ☐ 60 ☐ 61 ☐ 62 ☐ 63 ☐ 64 ☐ 65 ☐ 66 ☐ 67 ☐ 68 ☐ 69 ☐ 70 ☐ 71 ☐ 72 ☐ 73 ☐ 74 ☐ 75 ☐ 76 ☐ 77 ☐ 78 ☐ 79 ☐ 80 ☐ 81 ☐ 82 ☐ 83 ☐ 84 ☐ 85 ☐ 86 ☐ 87 ☐ 88 ☐ 89 ☐ 90 ☐ 91 ☐ 92 ☐ 93 ☐ 94 ☐ 95 ☐ 96 ☐ 97 ☐ 98 ☐ 99 ☐ 100 ☐

H. DISPONIBILIDAD DE PAGO

¿La familia cuenta con recursos económicos para pagar?
¿La familia cuenta con recursos económicos para pagar? ☐ Sí ☐ No ☐

I. ACAPADO DE AGUA PARA USO DEL HOGAR

¿Algun miembro de la familia acapora agua en el hogar?
¿Algun miembro de la familia acapora agua en el hogar? ☐ Sí ☐ No ☐

Ilustración 9 Formato catastro de usuarios

4.6.3. Identificación de rutas.

La identificación de la ruta se realizó con la asignación de un código numérico de dos dígitos. La primera ruta se codificó con el número 10 y de allí en adelante se numeraron

de diez en diez; esto para permitir incluir nuevas rutas en caso de que se densifique la población.

Ruta 1 = Ruta 10 (Caserío solo casas)

Ruta 2 = Ruta 20 (Alrededores)

Ruta 3 = Ruta 30 (Lotes – zona dispersa)

Una vez dibujadas las rutas sobre el plano, se realizó el recorrido, para comprobar su eficiencia, observar en donde inician y terminan y hacer las anotaciones que modifiquen su diseño, porque la ruta es demasiado larga o contempla algún tipo de obstáculo no considerado; pues estos problemas se deben solucionar en ese momento y no durante la recolección de la información.

4.6.4. Asignación códigos de usuarios.

Una vez terminada la identificación de rutas y se ha verificado la eficiencia de la ruta y demarcado cada vivienda, se asignó el número secuencial de localización del usuario (de cuatro dígitos numerados de cinco en cinco con el fin de incluir nuevos usuarios), y se codificó cada predio dentro de una ruta definida, en forma secuencial.

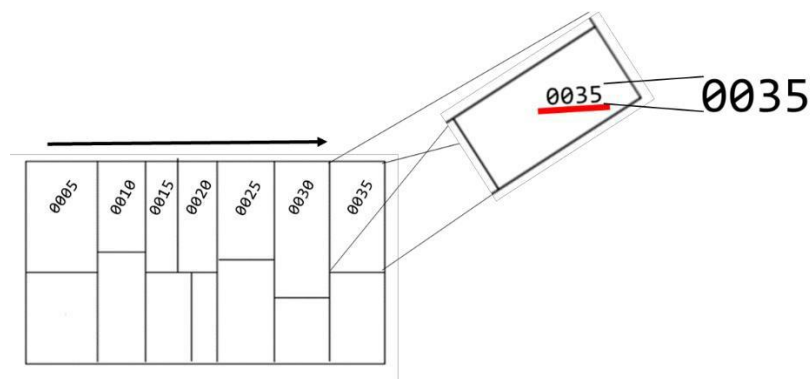


Ilustración 10 ejemplo asignación de códigos de usuarios

Con base en el anterior procedimiento, se elaboraron los autoadhesivos para el proceso de identificación de cada predio.

Nombre del predio	Ruta	Localización	PH	PV
<i>El Helecho</i>	<i>10</i>	<i>0020</i>	<i>01</i>	<i>03</i>

Censado

Ilustración 11 Formato de autoadhesivo identificación de predios

Paralelo a esta actividad se desarrolló la gestión social en la comunidad, en donde se encontraron aspectos muy importantes tales como, aspectos sociales, económicos, éticos-religiosos, y algunos aportes culturales que nos permitieron adentrarnos un poco más

a la población de la vereda Cañas Bravas del sector Bocas del Ele, del mismo modo recoge aspectos socioeconómicos, que nos ayudaron a entender un poco más el comportamiento de esta comunidad tan aislada del territorio, un territorio que aún no está definido administrativamente entre Arauca y Arauquita.

Dentro del censo de la población, pudimos identificar que son 47 usuarios, con un aproximado entre 3 personas por vivienda, en total son 129 personas y 120 niños flotantes de la Institución el Transito, de igual manera dentro del tipo de servicio que se presta, están 6 predios oficiales, entre escuela, iglesias, puesto de salud; 9 comerciales entre tiendas y restaurantes, y 32 residenciales.

4.6.5. Número de viviendas que no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado.

Se pudo determinar que el número de viviendas que no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado es de cuarenta y uno (41) en total.

Para conocer el Formato de Catastro de Usuario y encuesta ver (Anexo C)

4.7. Estudios

4.7.1. Prueba de bombeo.

Se realizó la prueba de bombeo durante 38 horas en el pozo profundo construido por Corporinoquia, el cual se encuentra localizado a un costado del tanque de almacenamiento ubicado dentro de las instalaciones de la Institución Educativa El Transito a unas coordenadas de N: $06^{\circ}42'17.0''$; W. $071^{\circ}02'58.8''$. Dicha prueba se realizó con el propósito identificar las características hidrogeológicas del pozo. El agua producto de esta actividad se bombeo hacia el tanque elevado que se encuentra dentro de la institución donde se realizó la prueba, encontrando que se hace necesario demoler esta estructura como prevención a un posible colapso de la misma por encontrarse en mal estado estructural, colocando así en riesgo la vida de las personas que allí habitan en especial los niños que asisten a recibir sus clases.



Fotografía 5 Prueba de bombeo P-02

De la prueba anterior se pudo determinar que el afluente subterráneo que irriga en la zona de influencia del proyecto arroja una capacidad de 5 litros por segundo, deduciendo así que cuenta con la capacidad suficiente para ser utilizado en un proyecto de soluciones individuales de acueducto.

Para conocer los resultados de prueba de bombeo ver (Anexo D)

4.7.2. Estudios de geotécnico.

Se realizaron cuatro (04) sondeos geotécnicos que se realizaron a quince (15) metros de profundidad.

La localización de los sondeos geotécnicos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2 Localización sondeos geotécnicos

Sondeo	Coordenada Norte	Coordenada Este	msnm
SG 1	1233144.71	1003165.43	132.1
SG 2	1233142.80	1003180.28	131.9
SG 3	1233162.14	1003180.82	131.9
SG 4	1233188.91	1003241.31	131.6

Con el fin de determinar detalladamente el comportamiento mecánico y las propiedades físicas mecánica de los suelos del Sector Bocas del Ele, y así obtener los parámetros geotécnicos necesarios para los diferentes diseños geotécnicos, estructurales e hidráulicos.

Para conocer los resultados de estudio geotécnico ver (Anexo E)

4.7.3. Estudios geo-eléctrico.

Se realizaron tres (03) sondeos eléctricos verticales distribuidos equitativamente sobre el sector Bocas del Ele, con el fin de identificar las características eléctricas del suelo y rocas presentes en el área de estudio, así como unidades o materiales de interés hidrogeológico.



Fotografía 6 Sondeo Geo eléctrico Vertical

A las muestras tomadas en campo, se le efectuaron las pruebas apropiadas a fin de establecer las propiedades físicas y mecánicas de los suelos encontrados, tales como:

- ✓ Clasificación: Límites de Atterberg, lavado sobre el tamiz No. 200, granulometría.
- ✓ Propiedades “In Situ”: Humedad natural, peso unitario (sobre muestras alteradas del ensayo SPT).
- ✓ Resistencia: Ensayo de penetración estándar SPT.

Adicionalmente los parámetros de resistencia y deformabilidad del subsuelo se determinaron con base en las correlaciones establecidas para los módulos de elasticidad y resistencia de los suelos.



Ilustración 12 Resultados de laboratorio estudio geotécnico

Para conocer los resultados de estudio geo-eléctrico ver (Anexo F)

4.7.4. Toma de muestras agua cruda.

Se realizó la toma de dos (2) muestras de agua cruda, una sobre del río Ele y la otra del pozo subterráneo construido por Corporinoquia (P-02). Para ello, se tuvo en cuenta el protocolo de toma de muestra establecido y se diligencio la cadena de custodia del laboratorio encargado del análisis de los respectivos parámetros físicos, químicos y microbiológicos, conforme lo establecido en la Resolución 0330 de 2017 del MVCT.

Las muestras fueron entregadas al laboratorio y estamos en espera de los respectivos resultados.



Fotografía 7 Toma de muestra agua cruda

Para conocer los resultados muestra de agua ver (Anexo G)

4.8. Diseños

4.8.1. Diseños hidráulicos.

4.8.1.1. Selección de la alternativa por captación de agua subterránea.

Dado que la topografía no favorece la captación de agua desde una fuente superficial para ser conducida por gravedad hasta la vivienda, se requiere subir el agua hasta el tanque de almacenamiento para consumo diario, para luego suplir por gravedad las necesidades de la vivienda y para ello es necesario utilizar equipos mecánicos o manuales de elevación.

Captación por bombeo

Los equipos de tipo convencional más difundidos o utilizados en la región son las bombas centrífugas que son accionadas por un motor rotatorio eléctrico o de gasolina, el primero aprovecha la energía eléctrica para impulsar la bomba centrífuga a la cual están acoplados, el segundo aprovecha un combustible fósil como fuente de energía.

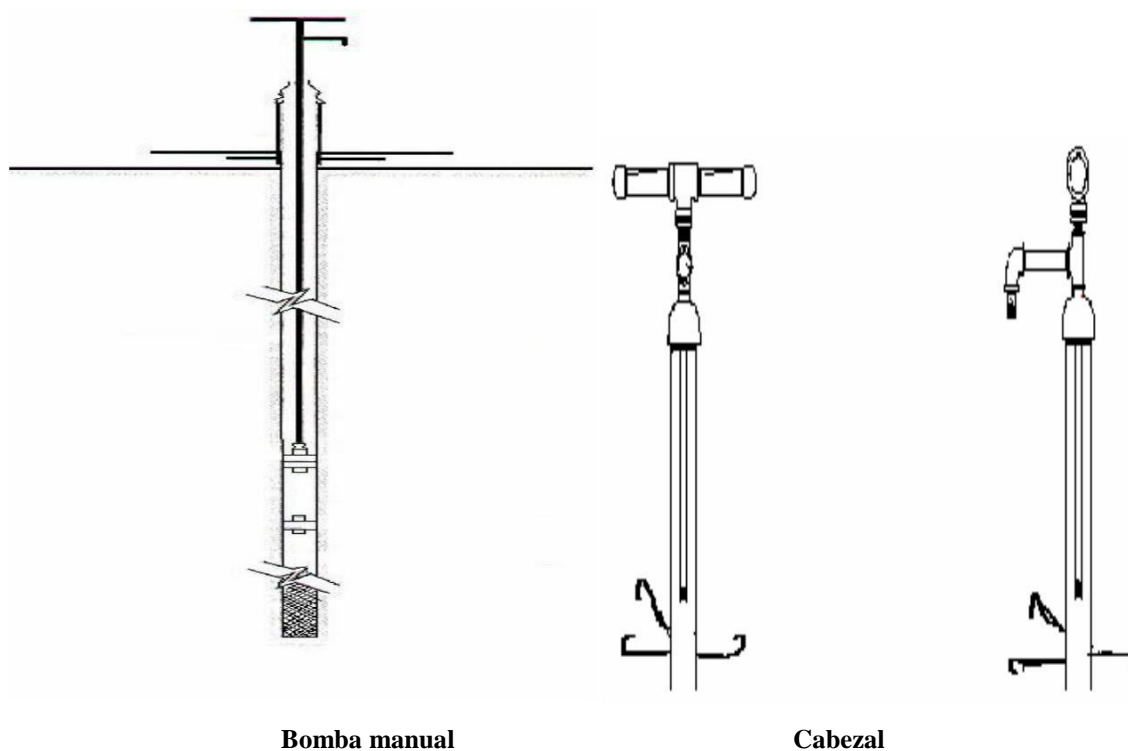


Ilustración 13 bomba manual para extracción de agua subterránea en vivienda rural dispersa

Por otra parte, están las bombas manuales las cuales son en su gran mayoría del tipo aspirantes e impelentes. Son bombas de desplazamiento que utilizan un pistón que se mueve dentro de un cilindro metálico el cual impulsa el agua mediante movimiento

alternativo de este elemento llamado también émbolo. Existen numerosas aplicaciones en el mercado, sin embargo, mediante la aplicación de tecnologías apropiadas se han desarrollado equipo de manufactura casera para elevación del agua o equipos de bajo costo de operación porque no están supeditados al consumo de energía convencionales y por lo tanto son compactibles con las condiciones sociales, culturales y económicas de la población rural dispersa del departamento.

En la zona rural del departamento existen viviendas donde se extrae el agua de pozos o aljibes con bombas manuales. Para el accionamiento de las bombas manuales se pueden conseguir en el comercio o fabricadas en talleres de la región

Diseño del sistema de bombeo

Se pretende diseñar una bomba horizontal, resistente a la corrosión producida por el óxido de hierro presente en las aguas subterráneas.

Caudal de diseño

Dotación = 100 litros/hte/día

Densidad de población = 5 habitantes/viví

Volumen diario = 100 lps x 5 personas x vivienda =

500 litros /día + 5% pérdidas de aducción = 525 litros/día.

Se pretende bombear el caudal en una hora =

$525 \text{ litros/día} / 3600 \text{ seg} = 0.146 \text{ litros/seg} = 2.31 \text{ gal/min}$

Los datos más relevantes son los siguientes:

Caudal = 0.146 LPS = 2.31 gal/min

Altura promedio sobre nivel del mar = 190 m.s.n.m.

Temperatura del agua = 25 °C

Tubería = PVC-P

C = 150

$A = \text{Área tubería de diámetro } 1'' = 0.506 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

N = Número de bombas = 1

Altura de lámina de agua $\approx 15 \text{ m}$

Altura estática $\approx 5.0 \text{ m}$

Tubería de impulsión

La máxima velocidad especificada para ésta tubería es de 1.5 m/s, la cual permite controlar el golpe de ariete que se pueda presentar en el sistema de bombeo.

La velocidad de la tubería será:

$$V = Q / A$$

De donde tenemos que:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m³/s)

$A = \text{Área (m}^2\text{)} = 0.506 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$$V = 0.000146 / 0.506 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = 0.3 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s}$$

La tubería de impulsión se instalará en PVC-P 1”.

Cálculo de altura dinámica de elevación

Altura estática 15.0 m

Tubería de succión

Pérdidas de carga por accesorios en la tubería de succión Ø 1”

Accesorio

1 Válvula de pie con coladera Ø 1”

$$L.E. = 4.49 \text{ m}$$

4 Codo radio corto Ø 1” 4x0.37m

$$L.E. = 1.48 \text{ m}$$

1 Entrada de borda

$$L.E. = 0.48 \text{ m}$$

1 Reducción

$$L.E. = 0.11 \text{ m}$$

Tubería recta = 15.00 m

Suma

$$\sum Da = 21.56 \text{ m}$$

$$J = 6.1 \cdot 0.0001 \cdot (0.000146^{1.75} / 0.0254^{4.75}) \text{ J}$$

$$= 0.0045 \text{ m/m}$$

$$\begin{aligned}\text{Pérdidas en la succión} &= 0.0045 \cdot (21.56) \text{ m} = \\ &0.10 \text{ m}\end{aligned}$$

Pérdidas de carga por accesorios en la tubería de Impulsión Ø 1"

Accesorio

1 Válvula de retención horizontal

$$\text{L.E.} = 1.46 \text{ m}$$

1 Ampliación

$$\text{L.E.} = 0.20 \text{ m}$$

1 Válvula de cortina abierta

$$\text{L.E.} = 0.13 \text{ m}$$

5 Codo radio corto $5 \cdot 0.62 \text{ m}$

$$\text{L.E.} = 3.10 \text{ m}$$

Salida

$$\text{L.E.} = 0.54 \text{ m}$$

Tubería tramo recto

$$= 6.0 \text{ m}$$

$$\sum Da = 11.43 \text{ m}$$

$$J = 6.1 \cdot 0.0001 \cdot (0.000146^{1.75} / 0.0254^{4.75}) \text{ J}$$

$$= 0.0045 \text{ m/m}$$

$$\text{Pérdidas en la Impulsión} = 0.0045 \cdot (11.43)$$

$$m = 0.05 \text{ m}$$

Altura dinámica

$$15.15 \text{ m}$$

H máx. Bomba = 20.0 m > 15.15 m cumple o.k.

Cálculo de la potencia de la bomba:

$$P = QHT/n76$$

En donde:

$$n = \text{eficiencia} = 0.65$$

$$P = 0.146 \times 15.15 / (0.65 \times 76) = 0.04 \text{ HP, se asume la bomba con la mínima potencia } 1.0$$

HP Potencia del motor

Se recomienda que la potencia del motor sea mayor entre 1.15 y 1.20 veces la potencia de la bomba.

$$P_m = 1.2 \times 1.0 \text{ HP}$$

$$P_m = 1.2 \text{ HP}$$

Selección de las bombas

Se consulta con los diferentes catálogos de las bombas con los siguientes datos:

Características de la bomba

• Equipos de Bombeo:

Tabla 3 Características de las bombas

Parámetro	Unidad	Valor / Descripción
Marca		Gourdes,
Cantidad**	unidad	1
Caudal	L/s	1.25
Cabeza	ms	20
Potencia al eje	HP	1.0
Motor GOULDS	Un.	1 fase 3500 RPM, 110V; 60Hz
Diámetro salida	Pulg.	1

4.8.1.2. Pozos profundos perforados manualmente (Puntillos).

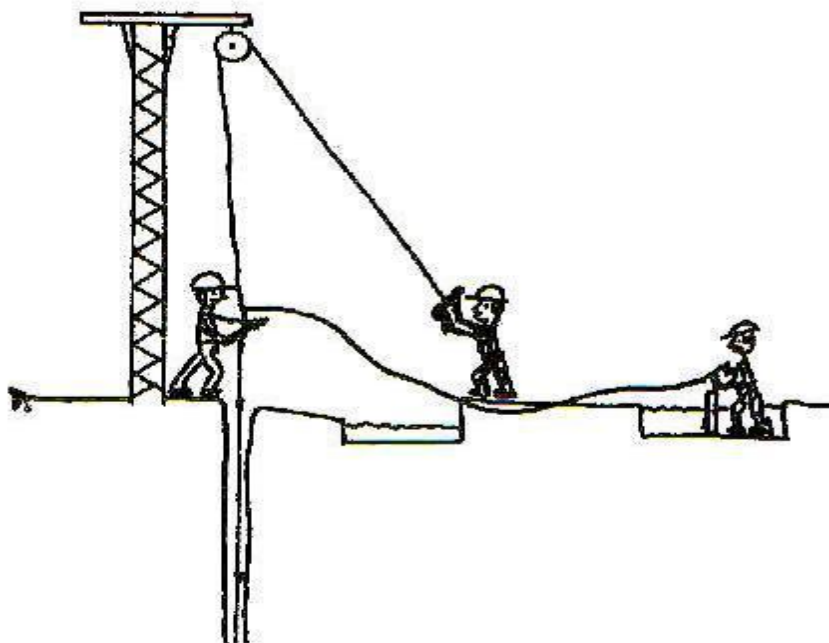


Ilustración 14 Esquema de perforación de pozo manual (Puntillo)

Son perforaciones verticales de pequeño diámetro que se hacen en el suelo atravesando diferentes estratos geológicos entre los cuales puede haber acuíferos o no, se hace con base a muestras que se van extrayendo. Existen métodos mecanizados y manuales para perforar. Existen diversos métodos de perforación manual, la mayoría de los cuales son por percusión.

El procedimiento recomendado combina al mismo tiempo las técnicas de rotación y percusión, donde el origen de la fuerza motriz es la fuerza humana de los operadores o perforadores, con ayuda de una torre de 3 patas dotada con una polea en la cúspide, se levantan y se dejan caer libremente barras de perforación que llevan una broca en un punta, que después de quedar enterradas en el suelo, se giran manualmente en el sentido de las manecillas de reloj y de esta manera se va extrayendo el material rocoso por abrasión del mismo.

Este sistema artesanal de perforación se utiliza en la región, permitiendo acceder a fuentes hídricas subterráneas de una manera simple y económica.

Ver anexo “Guía RAS 007 Perforación manual de pozos profundos de pequeño diámetro publicado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria de Salud OPS”.

Tratamiento de agua subterránea con contenidos de hierro y manganeso Pequeñas cantidades de hierro por lo regular se encuentran en el agua debido a la gran cantidad de hierro presente en la tierra y porque el agua corrosiva recoge hierro de las tuberías. La ropa lavada en agua que contiene exceso de hierro se puede manchar un color marrón. El sabor de bebidas, tales como el café y el té también pueden ser afectadas

por el hierro. El manganeso produce un color marrón en ropa lavada, dejando partículas negras en accesorios de plomería como con hierro, afecta el sabor de bebidas, incluyendo el café y té.

El agua de pozo del grifo, regularmente es transparente e inodora. Sin embargo, cuando el agua conteniendo hierro disuelto se le permite permanecer en un recipiente de cocinar o hace contacto con un lavamanos o bañera, el hierro se mezcla con el oxígeno del aire y forma estas partículas rojizas marrones (comúnmente llamadas óxido) Manganeso forma partículas marrones-negras. Estas impurezas pueden dar un sabor metálico al agua o a los alimentos.

Las manchas de óxido o marrones en los artefactos de plomería, telas, platos y utensilios no se pueden quitar con jabón o detergente. Blanqueadores y formadores de alcalino (regularmente fosfato de sodio) pueden empeorar las manchas.

Diseño de los sistemas de potabilización y almacenamiento de agua, mediante el proceso oxidación - adsorción en continuo para la remoción de hierro y manganeso en viviendas rurales dispersas.

Se ha desarrollado una innovadora tecnología para remover el hierro (Fe) y el manganeso (Mn) que se encuentran en forma disuelta en fuentes de abastecimiento subterráneas, tales elementos, al oxidarse por la acción del cloro y por el oxígeno del aire se precipitan impartiendo color, turbiedad, olor y sabor desagradables al agua y

ocasionando principalmente rechazo de los consumidores, especialmente porque manchan la ropa y los artefactos sanitarios y producen diversos problemas operativos en las redes de distribución y al sistema de bombeo por el arrastre de los óxidos depositados en el interior de las tuberías, bombas y accesorios

La tecnología consiste en la combinación de tres procesos que se llevan a cabo en un simple sistema de filtración, el cual se utiliza un medio rocoso natural como medio de contacto. Los cuales son: la oxidación del hierro, la adsorción a través del medio filtrante y la remoción de los óxidos de hierro retenidos, con un proceso de retro lavado. Esta tecnología presenta diversos aspectos positivos, tales como:

Largas carreras de operación debido a que el proceso de adsorción y filtración genera pocas pérdidas de carga.

El proceso se regenera continuamente con la aplicación de cloro, por lo tanto no requiere adicionar otras sustancias químicas.

La construcción o la instalación de un tanque de reserva o almacenamiento de agua tratada, permite tener una capacidad de almacenamiento de agua potable suficiente para la demanda diaria de la unidad sanitaria.

Bajos costos operativos y de mantenimiento comparados con otros sistemas convencionales de tratamiento.

La operación y el mantenimiento del sistema es sencillo, se limita a abrir y cerrar válvulas

Solamente se requiere una bomba horizontal para operar todo el sistema de succión e impulsión del agua cruda y aplicación del cloro

La altura del tanque de almacenamiento de agua tratada garantiza una cabeza de presión suficiente para el funcionamiento adecuado de los artefactos sanitarios.

Se tienen seguridad para riesgos eléctricos, porque las bombas, tableros eléctricos y equipos de cloración están guardados dentro de una caseta completamente cerrada, que evita que los niños y personas extrañas tenga contacto que estos elementos.

Eficiente tratamiento de remoción del hierro y manganeso y la desinfección de patógenos.

➤ Diseño hidráulico del sistema de tratamiento

Las soluciones de tratamiento del agua para hacerlas aptas para consumo humano dirigidas principalmente a la remoción de hierro y manganeso presentes en el agua cruda de los pozos o puntillos de las viviendas dispersas de la zona rural del municipio

➤ Caudal de diseño

Se pretende bombear el caudal en una hora = $525 \text{ litros/día} / 3600 \text{ seg} = 0.146 \text{ litros/seg} = 2.31 \text{ gal/min.}$

Tabla 4 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 0.3 \leq 1.0$ mg/L

Caudal	Velocidad	Area filtro	Capas	Etapas
m ³ /h	m/h	m ²	N°	N°
0.526	6.0	0.088	3	2

Diámetro Cilindro	Altura Tanque	Area tanque	Velocidad real	Medio Filtrante 1a. etapa	Altura capas 1a. Etapa	Medio Filtrante 2a. etapa	Altura capas 2a. Etapa
m	m	m ²	m/h	Pulg	m	Pulg	m
0.63	0.87	0.312	1.69	1/2-1/4	0.5	1/4-1/8	0.5
				3/4-1/2	0.15	1/2-1/4	0.15
				1-3/4	0.15	3/4-1/2	0.15

Tabla 5 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $> 1.0 \leq 3.0$ mg/L

Caudal	Velocidad	Area filtro	Capas	Etapas
m ³ /h	m/h	m ²	N°	N°
0.526	5.0	0.105	3	3

Diámetro Cilindro	Altura Tanque	Area tanque	Velocidad real	Medio Filtrante 1a. etapa	Altura capas 1a. Etapa	Medio Filtrante 2a. etapa	Altura capas 2a. Etapa	Medio Filtrante 3a. etapa	Altura capas 3a. Etapa
m	m	m ²	m/h	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m
0.63	0.87	0.312	1.69	1/2-1/4	0.5	1/4-1/8	0.5	1/16-1/8	0.5
				3/4-1/2	0.15	1/2-1/4	0.15	1/8-1/4	0.1
				1-3/4	0.15	3/4-1/2	0.15	1/4-1/2	0.1
								1/2-3/4	0.1

Tabla 6 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $>3.0 \leq 5.0$ mg/L

	Velocidad	Area filtro	Capas	Etapas
m ³ /h	m/h	m ²	N°	N°
0.526	3.5	0.150	3	4

Diámetro	Altura	Area tanque	Velocidad	Medio	Altura	Medio	Altura	Medio Filtrante	Altura capas	Medio Filtrante	Altura capas
Cilindro	Tanque		real	1a. etapa	Etapa	2a. etapa	2a. Etapa	3a. etapa	3a. Etapa	4a. etapa	4a. Etapa
m	m	m ²	m/h	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m
0.63	0.87	0.312	1.69	1/2-1/4	0.5	1/4-1/8	0.5	1/16-1/8	0.5	1/16-1/8	0.5
				3/4-1/2	0.15	1/2-1/4	0.15	1/8-1/4	0.1	1/8-1/4	0.1
				1-3/4	0.15	3/4-1/2	0.15	1/4-1/2	0.1	1/4-1/2	0.1
								1/2-3/4	0.1	1/2-3/4	0.1

Tabla 7 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $>5.0 \leq 7.0$ mg/L

Caudal	Velocidad	Area filtro	Capas	Etapas
m ³ /h	m/h	m ²	N°	N°
0.526	2.0	0.263	3	5

Diámetro	Altura	Area tanque	Velocidad	Medio	Altura	Medio	Altura	Medio Filtrante	Altura capas	Medio Filtrante	Altura capas	Medio Filtrante	Altura capas
Cilindro	Tanque		real	1a. etapa	Etapa	2a. etapa	2a. Etapa	3a. etapa	3a. Etapa	4a. etapa	4a. Etapa	5a. etapa	5a. Etapa
m	m	m ²	m/h	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m
0.63	0.87	0.312	1.69	1/2-1/4	0.47	1/4-1/8	0.47	1/16-1/8	0.57	1/16-1/8	0.57	1/16-1/8	0.57
				3/4-1/2	0.2	1/2-1/4	0.2	1/8-1/4	0.1	1/8-1/4	0.1	1/8-1/4	0.1
				1-3/4	0.2	3/4-1/2	0.2	1/4-1/2	0.1	1/4-1/2	0.1	1/4-1/2	0.1
								1/2-3/4	0.1	1/2-3/4	0.1	1/2-3/4	0.1

Tabla 8 Cálculo para aguas con un contenido de hierro $>7.0 \leq 10.0$ mg/L

Caudal	Velocidad	Area filtro	Capas	Etapas
m ³ /h	m/h	m ²	N°	N°
0.526	2.0	0.263	3	5

Diámetro Cilindro	Altura Tanque	Area tanque	Velocidad real	Medio Filtrante 1a. etapa	Altura capas 1a. Etapa	Medio Filtrante 2a. etapa	Altura capas 2a. Etapa	Medio Filtrante 3a. etapa	Altura capas 3a. Etapa	Medio Filtrante 4a. etapa	Altura capas 4a. Etapa	Medio Filtrante 5a. etapa	Altura capas 5a. Etapa
m	m	m ²	m/h	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m	Pulg	m
0.63	0.87	0.312	1.69	1/2-1/4	0.5	1/4-1/8	0.5	1/16-1/8	0.5	1/16-1/8	0.5	1/16-1/8	0.5
				3/4-1/2	0.15	1/2-1/4	0.15	1/8-1/4	0.1	1/8-1/4	0.1	1/8-1/4	0.1
				1-3/4	0.15	3/4-1/2	0.15	1/4-1/2	0.1	1/4-1/2	0.1	1/4-1/2	0.1
								1/2-3/4	0.1	1/2-3/4	0.1	1/2-3/4	0.1

4.8.1.3. Selección de Alternativa de tratamiento de agua residuales.

De lo anterior podemos concluir que para el caso de los resultados de las pruebas realizadas en el sector de bocas del Ele nuestro resultado arroja concentraciones cuyo contenido de hierro se encuentra dentro del rango $>0.3 \leq 1.0$ mg/L por lo que se tomara la alternativa descrita en la tabla número uno.

Se requiere construir unidades sanitarias básicas con un sistema de tratamiento para la remoción del hierro y manganeso. Para esta concentración el sistema integral de tratamiento está compuesto principalmente por un clorador de pastillas en la línea de impulsión, una bandeja o torre de aireación, un tanque de regulador de caudal , 2 filtros y un tanque de reserva o de almacenamiento suficiente para garantizar la continuidad del servicio.

Los de talles de construcción y diseño se podrán ver en el anexo 3.

4.8.2. Diseños Sanitarios

A continuación, se ofrecen opciones tecnológicas para para el tratamiento de aguas residuales domésticas y excretas en viviendas rurales dispersas.

Factores técnicos

Entre los principales factores técnicos que se tienen para la selección de la tecnología, se tienen:

Cantidad de agua utilizada. La cantidad del agua disponible para la descarga es como el punto de partida para la identificación de la solución más apropiada, para la cual utilizaremos los datos anteriores de consumos típicos de la región y que a continuación se transcriben en la siguiente tabla:

Tabla 9 Consumos típicos de una vivienda típica campesina de clima cálido

Uso	Consumo típico (litros/hab/día)
Lavado de ropa	25
Aseo personal	20
Descarga sanitario de bajo consumo	18
Cocina	25
Otros usos como lavado de pisos, riego de huerta casera y bebedero de animales	12
Total	100

Las opciones tecnológicas de saneamiento básico en las viviendas rurales dispersas están compuestas principalmente por las que requieren agua como transporte de las

excretas y aquellas que no lo requieran. Generalmente las que requieren muy poca cantidad de agua o no la necesitan realizan la disposición de los desechos fisiológicos en letrina, mientras que aquellas viviendas rurales dispersas que tienen agua suficiente a través de puntillos o acueductos comunitarios optan por uso de sanitarios de flujo y disponen a sistemas sépticos.

Fuentes subterráneas de abastecimiento de agua. Otro factor técnico a tener en cuenta en la selección de la tecnología de disposición de excretas y aguas servidas a nivel individual es el uso de fuentes subterráneas de abastecimiento de agua en el sitio, siendo los aljibes, pozos o puntillos artesanales sin protección los expuestos a la contaminación en comparación con los pozos profundos, normalmente se recomienda una distancia mínima de 25 metros entre el pozo o puntillo y la letrina o pozo de absorción o campo de infiltración de un sistema séptico

Densidad poblacional. La menor o mayor densidad de viviendas en el área rural dispersa que se vaya atender con una solución individual de saneamiento básico será el tamaño del sistema de tratamiento (una letrina o sistema séptico por vivienda o un sistema séptico para un grupo pequeño de viviendas).

Facilidad de mantenimiento. El uso de letrinas tradicionales o los tanques sépticos requieren bombas o equipos y áreas para la disposición periódica de los lodos que se extraen de las labores de limpieza y mantenimiento.

Tipo de suelo Independiente del tipo de solución que se adopte es importante determinar el tipo de suelo donde se va construir el sistema de tratamiento, de modo que se garantice la estabilidad de la obra.

Para una obra simple como una letrina o sistema séptico pequeño en una finca, es suficiente la descripción sencilla del suelo en términos de arcilloso, limoso, arenoso areno arcilloso, si contiene conglomerados o rocas trituradas etc. Y una apreciación de su grado de humedad.

Topografía del terreno. Es importante tener en cuenta la topografía del terreno, especialmente para los sistemas sépticos, determinar la ubicación del tanque con relación a la vivienda, a tuberías, aljibes, puntillos y cuezos de agua superficiales (ríos, quebradas, reservorios, etc.). También como ayuda para la disposición y diseño de los campos de infiltración o pozos de absorción, por, ejemplo si el terreno es pendiente se recomienda el uso de zanjas siguiendo las curvas de nivel.

A continuación, se transcriben los datos de las distancias mínimas de sus componentes:

Tabla 10 Distancia mínima de un sistema de tratamiento de aguas residuales a fuentes de agua o vivienda

Tipo de sistema	Distancia mínima en metros			
	Vivienda	Tubería de agua	Curso superficial	Pozo de agua
Tanque séptico	-	3	-	15
Campo de infiltración	6	15	10	25
Pozo de absorción	6	10	15	25
Letrina	6	10	15	25

El tanque séptico y el campo de infiltración deberán estar ubicados aguas debajo de la captación del agua cuando se trate de pozos de agua cuyos niveles estáticos estén a menos de 15 metros de profundidad.

Permeabilidad del suelo. La permeabilidad del suelo es determinante en la escogencia del tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y excretas humanas como solución descentralizada en la zona rural. Para lo cual se debe hacer una prueba de infiltración con el fin de clasificar el tipo de suelo y según los resultados de ésta determinar el grado de permeabilidad rápida, media o lenta.

Tabla 11 Clase de terreno según tiempo de infiltración

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm
Rápido	De 0 a 4 minutos
Medio	De 4-8 minutos
Lento	De 8 a 12 minutos

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de infiltración con tiempo mayores a 12 minutos (bastante impermeable), no se considera apto para la disposición de los efluentes de los sistemas sépticos en el terreno, debiéndose proyectar otro sistema.

Nivel freático. Si el nivel freático es alto menos de 1,5 metros de profundidad es posible que no sea viable infiltrar en el terreno los efluentes de los sistemas sépticos. Por lo que se hace necesario adoptar una solución a base de letrinas de pozo elevado o elevar

sobre el terreno el sistema séptico más filtros Fito pedológicos antes de disponer una fuente superficial o humedal.

Zonas inundables. En aquellas zonas en donde los niveles de agua subterráneos son altos o los terrenos son inundables, las letrinas tradicionales obligatoriamente deben ser elevadas, es decir deben ser colocadas por encima de nivel del suelo.

Disponibilidad de terreno. Para la aplicación de sistemas sépticos en el sitio de origen para viviendas rurales dispersas, se requiere que el predio disponga de suficiente área para que estos sean técnicamente factibles.

No se puede optar por soluciones a través de sistemas sépticos en terrenos menores de 2500 m² sin aprobación de la autoridad sanitaria y ambiental competentes. Si no hay suficiente disponibilidad de terreno se tendrá que optar por soluciones multifamiliares o de otra índole Factores sociales

Los principales factores y características sociales más importantes para tener en cuenta para la selección de la tecnología más apropiada para saneamiento básico en el origen son:

Factor educativo la comunidad beneficiada debe identificar la solución de saneamiento que se seleccione como una necesidad sentida y además debe tener claridad de los motivos por los cuales se escogió: los principios que la hacen operable, sus ventajas

a nivel comparativo y sus limitaciones. Se requiere entonces capacitación en la construcción operación y mantenimiento.

Características de la población. La característica más importante de la población beneficiaria corresponde a una población rural dispersa, constituidas principalmente por fincas y viviendas dispersas separadas, entre otros por área cultivadas, prados, bosques, potreros carreteras y caminos.

Tipo de servicio. Está representado por la caracterización expuesta en numeral anterior y además de la solución tecnológica y nivel de servicio que mejor se adecuen a las necesidades de la comunidad. Para nuestro caso aplica 2 niveles de servicio de servicio:

1. Unifamiliar resuelve la atención de una vivienda
2. Multifamiliar permite la atención de 2 a 10 viviendas

Otros factores sociales. El aprovechamiento voluntario o tradicional de los desechos fecales ayuda a definir la alternativa de solución, también es importante tener en cuenta el tipo de material que la población utiliza en la higiene personal. Pues estos influyen en la determinación del volumen del sistema de tratamiento, ya sea letrina pozo y el tipo de aparato sanitario.

Factores económicos

Los costos de inversión y mantenimiento limitan en gran medida la selección de la opción tecnológica y el nivel de servicio y puede influir a que la selección de un sistema de séptica en el sitio de origen, sea colectiva o individual

Niveles de ingresos económicos de la población rural colombiana

Bajo cuando los ingresos familiares corresponden al salario mínimo mensual
Medio corresponde a ingresos familiares equivalente al 1,5 % del salario mínimo mensual
Alto cuando los ingresos familiares equivalen a 2 o más veces el salario mínimo mensual legal vigente en Colombia

Factores de selección

En la tabla a continuación se presentan las soluciones individuales para el tratamiento de aguas residuales domésticas y excretas humana en la zona rural de vivienda dispersa y las variables de decisión que en nuestro medio ayudaran a identificar la más adecuada.

Tabla 12 Opciones de tratamiento in situ frente a variables de decisión

OPCIONES TECNOLOGICAS DE TRATAMIENTO IN SITU	VARIABLES DE DECISIÓN								
	Cantidad de Agua Disponible		Disponibilidad de Terreno		Permeabilidad del Suelo		Zona Inundable	Compostaje de las heces	Muy baja capacidad económica
	Menos de 40 lppd	Más de 40 lppd	Entre 500 y 1000 m2	Más de 1000 m2	Permeable	No Permeable			
Tanque Séptico con pre y postratamiento	No	Si	No	Si	Si	Condición 1	No	No	No
Tanque Séptico con pre y postratamiento elevado	No	Si	No	Si	Si	Condición 1	Si	No	No
Letrinas de sello hidráulico - LSH	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No
Letrinas de Pozo Elevado	-	-	-	-	-	-	Si	-	No

Las principales variables de decisión que se tuvieron en cuenta para facilitar la selección tecnológica son:

Cantidad de agua disponible: Se consideró como punto de partida para definir si la solución debe ser a través de un sistema séptico o de letrinas, la dotación de 40 litros/persona-día. Con una disponibilidad de agua mayor se puede construir una unidad sanitaria con inodoro de flujo y descarga a un sistema séptico. Con una dotación menor la mejor solución es la de la letrina de hoyo seco en cualquiera de sus variedades. Para cualquiera de las dotaciones por encima o por debajo de 40 lppd, el tratamiento de las aguas grises es recomendable, aun cuando se opte por la solución de las letrinas, siempre y cuando haya disponibilidad de terreno y el suelo sea permeable.

Disponibilidad de terreno: Hoy en día en la mayoría de los municipios, los planes de ordenamiento territorial (POT) no permiten en la zona rural la fragmentación de terrenos

a lotes de menos de 10.000 m² de superficie. Sin embargo, en muchos municipios se encuentran viviendas rurales en lotes de tamaño inferior, ya sea por el origen de su tradición (anterior a la Ley 388 de 1997) o porque son lotes destinados exclusivamente para vivienda campesina. En este caso la autoridad municipal que otorga las licencias de construcción o la que vigila la disposición sanitaria de los residuos líquidos de estas viviendas, debe tener en cuenta que para esos lotes pequeños de menos de 1000 m² la única solución, si no disponen de un sistema de alcantarillado, son las letrinas de hoyo seco.

Permeabilidad del Suelo: Los suelos permeables con suficiente capacidad de absorción, permiten viabilizar las soluciones de tipo húmedo como son las letrinas con sello hidráulico, los tanques sépticos con campos de infiltración y la disposición de aguas grises en campos de infiltración, estando sometidas desde luego a las restricciones de distancia y profundidad establecidas cuando en sus proximidades hay aljibes o pozos para extraer agua subterránea para consumo humano.

Zona Inundable: Las zonas inundables afectan sustancialmente la selección de cualquiera de las opciones tecnológicas, obligando prácticamente a que la única solución sea la letrina con pozo elevado o a desarrollar la solución, colocándola siempre por encima del nivel de inundación, si hay espacio para ello.

Compostaje de las Heces: Independientemente de la disponibilidad del agua, las letrinas aboneras se constituyen en una opción tecnológica en donde el aprovechamiento de los residuos fecales se define como una alternativa válida, siempre y cuando se tengan

en cuenta todas las previsiones de tiempo y secado para eliminar los organismos patógenos antes de su utilización como mejorador de suelos.

Capacidad Económica: Teniendo en cuenta las condiciones económicas, para familias con ingresos bajos equiparables al salario mínimo mensual, la solución más adecuada son las letrinas de hoyo seco, ojalá con ventilación. Esto no quiere decir que no puedan aspirar a, si tienen agua suficiente, un sistema séptico si se cumplen las condiciones sanitarias para su construcción.

Capacidad Económica: Teniendo en cuenta las condiciones económicas, para familias con ingresos bajos equiparables al salario mínimo mensual, la solución más adecuada son las letrinas de hoyo seco, ojalá con ventilación.

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA VIVIENDA RURAL

Aguas residuales domésticas

Son una combinación de aguas grises (llamadas también jabonosas) y las aguas con excretas de una vivienda.

Aguas grises

Son aquellas provenientes de los lavamanos, ducha, lavaplatos y el lavadero de ropa de la vivienda, contienen jabón, algunos residuos grasos de la cocina, más los que provienen de la higiene personal (baño corporal y las manos) y el lavado de ropa. Por principio, las aguas grises contienen muy pocos microorganismos patógenos y el contenido orgánico es mucho menor que el de las aguas residuales, se descomponen más rápidamente que estas últimas, por lo tanto, la cantidad de oxígeno recogida para la descomposición del contenido orgánico de las aguas grises es mucho menor que las aguas residuales.

Siempre que el tamaño y la topografía del terreno circundante a la vivienda rural lo permita y basados estudios previos, en lo posible separar las aguas grises de las negras con el fin de aprovechar las primeras y disminuir el volumen de tratamiento séptico. Las aguas grises se pueden aprovechar para regar plantas, pues contienen pequeñas cantidades de nutrientes y materia orgánica.

Tabla 13 Tratamiento y disposición de las aguas grises

BENEFICIOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES	LIMITACIONES AL USO DE AGUAS GRISES
Menor uso de aguas naturales	Adecuación de la instalación hidrosanitario en las viviendas ya construidas
Menor caudal a tratar en tanques sépticos	Insuficiente disponibilidad de espacio para el aprovechamiento o tratamiento
Menor descarga orgánica a las fuentes superficiales	Topografía no apropiada
Recarga de los acuíferos	Suelo no apropiado
Crecimiento de plantas aprovechables	Incompatibilidad del suelo con detergentes no biodegradables

Recuperación de nutrientes para el suelo	Baja relación costo beneficio
Menor posibilidad de saturación y rebose de tanques sépticos	

Normalmente las aguas grises no constituyen un riesgo para la salud de la población y tampoco tienen mal olor inmediatamente de ser descargadas. La materia presente en estas aguas aporta nutrientes y micronutrientes que son aprovechados por las plantas y cultivos. Sin embargo, si se recogen en un recipiente, consumirán rápidamente el oxígeno, entran en descomposición anaeróbica y una vez se alcanzan, el estado séptico va a producir mal olor como cualquier agua residual. Consecuentemente una clave del éxito del tratamiento de aguas grises reside en el inmediato proceso de reutilización antes de haber alcanzado el estado anaeróbico.

El tratamiento más simple y apropiado consiste en introducir directamente aguas grises generadas en un entorno activo, altamente orgánico.

Hay varias alternativas de tratamiento de las aguas grises, las cuales dependen del uso final que se pretende dar. Lo más importante es que las aguas grises deben ser sometidas a tratamiento previo para retener la grasa proveniente de la cocina.

La infiltración en el terreno después del tratamiento previo en una trampa grasa, se conducen por una tubería perforada dispuesta paralelamente en campos de oxidación, o a un pozo de absorción o infiltración, o un campo de cultivo para que allí se infiltre en el terreno mejorando los nutrientes del suelo (riego su superficial). Otra forma de infiltración de las aguas grises en el terreno es aprovechar el mismo sistema de pos tratamiento del

tanque séptico, descargando las aguas grises en la caja de salida del tanque séptico o del filtro anaeróbico posterior a este

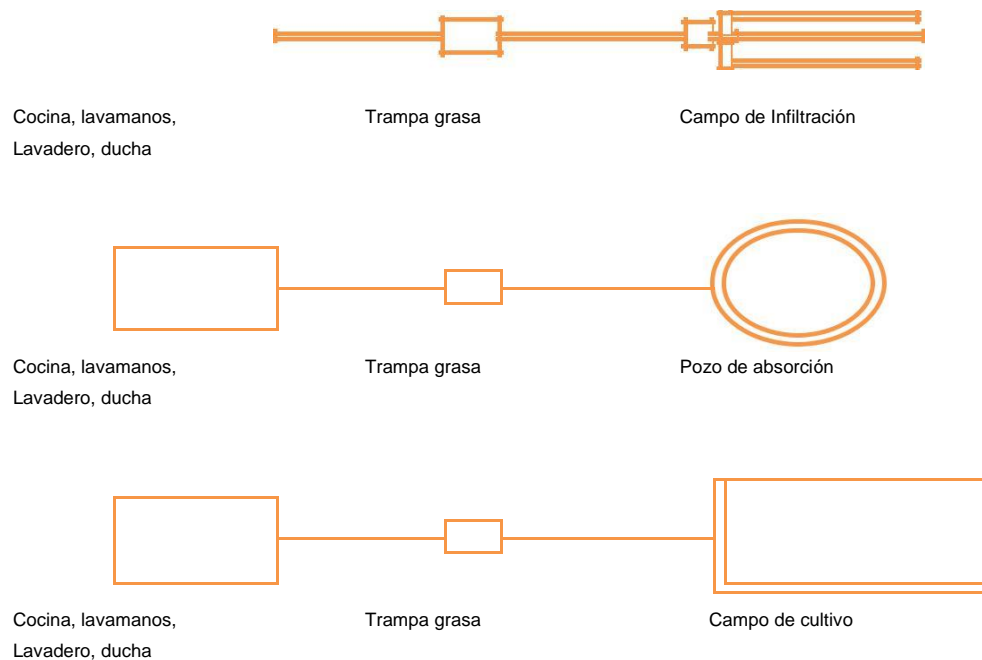


Ilustración 15 Esquema del sistema de disposición de aguas grises en vivienda rural dispersa

En humedales artificiales. Llamados también filtros biológicos, que consisten en jardineras impermeables donde se siembran plantas de pantano, las cuales se nutren de los fosfatos presentes en los detergentes y la materia orgánica, permitiendo la recuperación de un 70% del agua que puede ser utilizada para irrigación

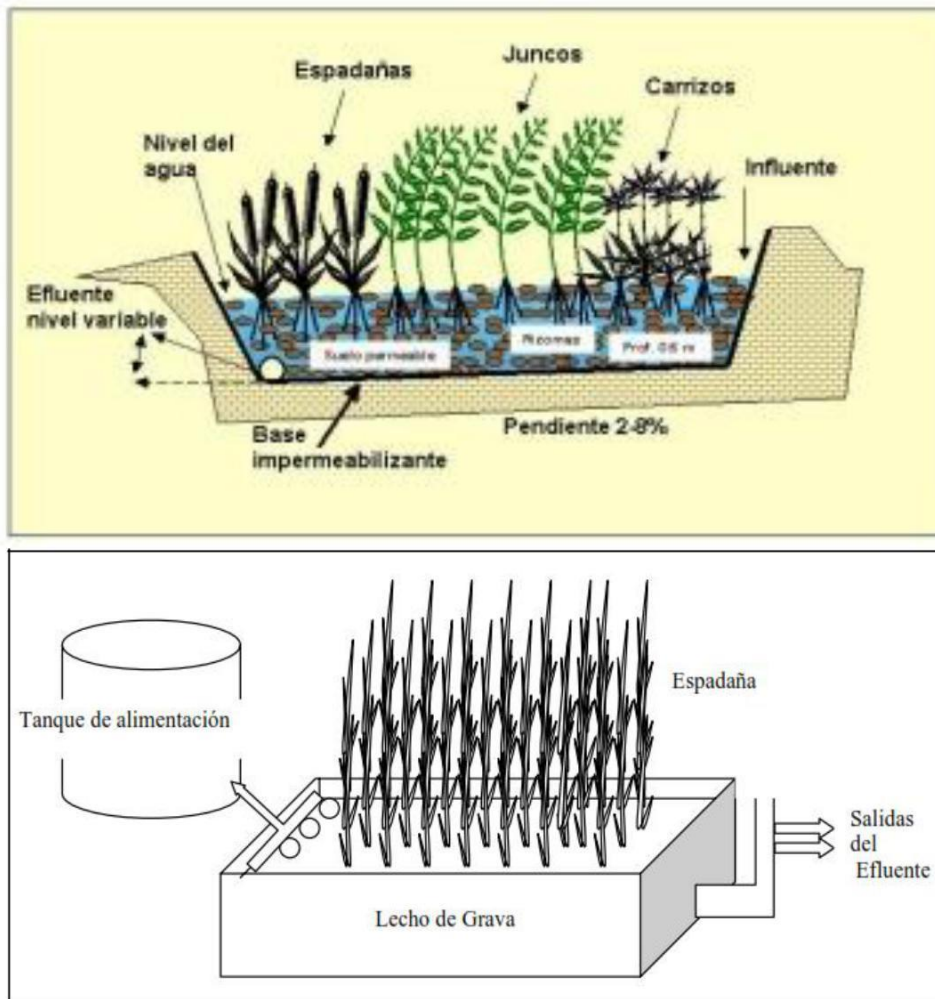


Ilustración 16 Esquema de humedal artificial

Tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas

Los sistemas sépticos llamados los sistemas de disposición de aguas residuales domésticas in situ, son fuente de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y microorganismos. En su mayoría son nutrientes que fueron tomados de la tierra en la producción de alimentos y al ser dispuestos nuevamente en el suelo contribuirán a cerrar el ciclo de los alimentos.

Un sistema séptico completo garantizará que el agua cumpla con los parámetros de calidad establecidos en las normas ambientales y está constituido principalmente por cinco 5 elementos básicos a saber:

Manejo adecuado del agua usada en la vivienda

Pretratamiento con trampa grasas

Tratamiento primario el cual se lleva a cabo en uno o dos tanques sépticos en serie Tratamiento secundario a través de un filtro anaeróbico de flujo ascendente

Tratamiento terciario, que puede ser a través de la disposición final en el subsuelo del efluente del tratamiento anaeróbico anterior o mediante un filtro biológico o humedal artificial antes de descargar a un cuerpo superficial o subterráneo.

Diagrama de flujo Tratamiento Séptico Completo

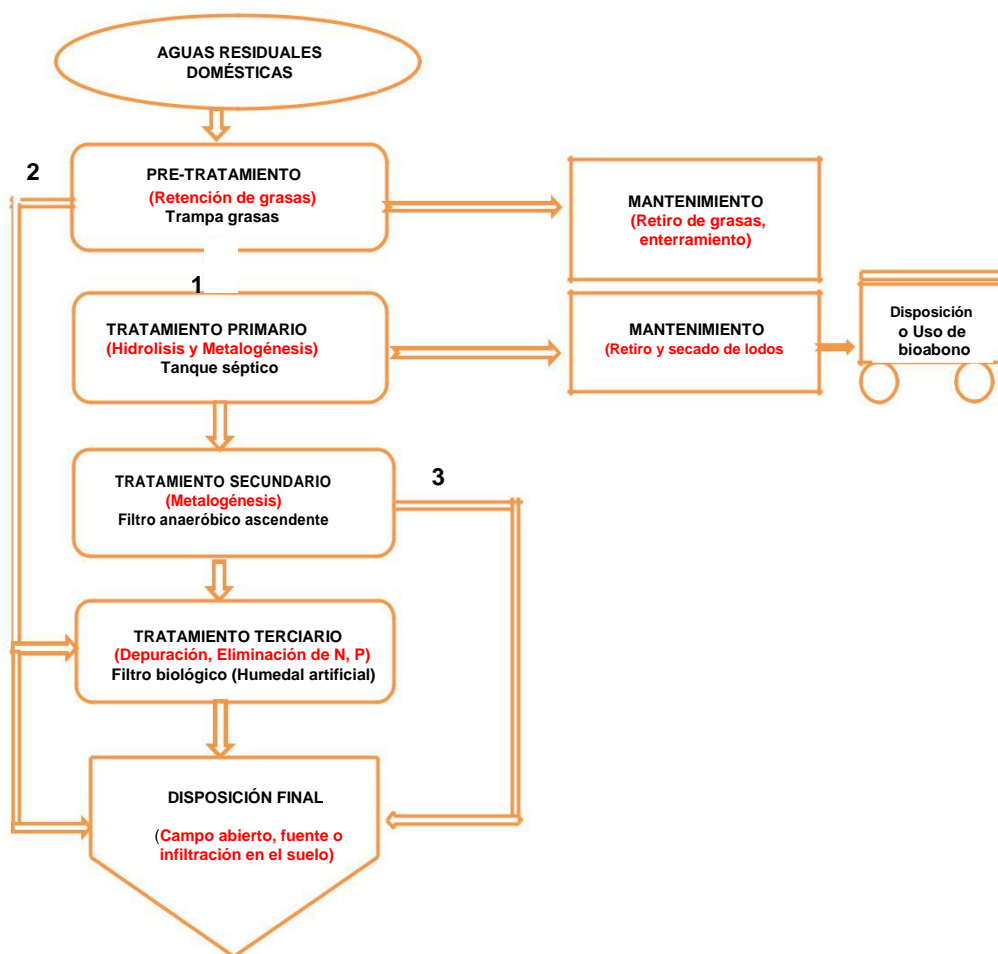


Ilustración 17 Diagrama de flujo del sistema séptico completo de tratamiento de aguas residuales domésticas en viviendas rurales dispersas

Ilustración del sistema séptico de tratamiento de aguas residuales



Ilustración 18 Esquema del sistema séptico completo para tratamiento de aguas residuales domésticas en viviendas rurales dispersas

Manejo adecuado del agua usada en la vivienda

Para que estas tecnologías alternativas de saneamiento, los sistemas sépticos, sean eficientes y seguros, se requiere necesariamente condiciones de uso más restrictivas que el alcantarillado convencional, lo cual implica un cambio en los hábitos del uso del agua y prácticas de aseo personal y doméstico de los usuarios. Es necesario darles instrucciones sobre el uso adecuado del aparato sanitario, evitando arrojar ácidos, químicos, excedentes de fumigación, hidrocarburos y solventes como el thinner que eliminan las bacterias necesarias para la degradación de la materia orgánica. Toallas sanitarias, papeles, los materiales no biodegradables y la tierra y arena colmatan el pozo séptico y obstruyen el

filtro anaeróbico, igualmente se debe evitar el ingreso de aguas lluvias y conexiones erradas.

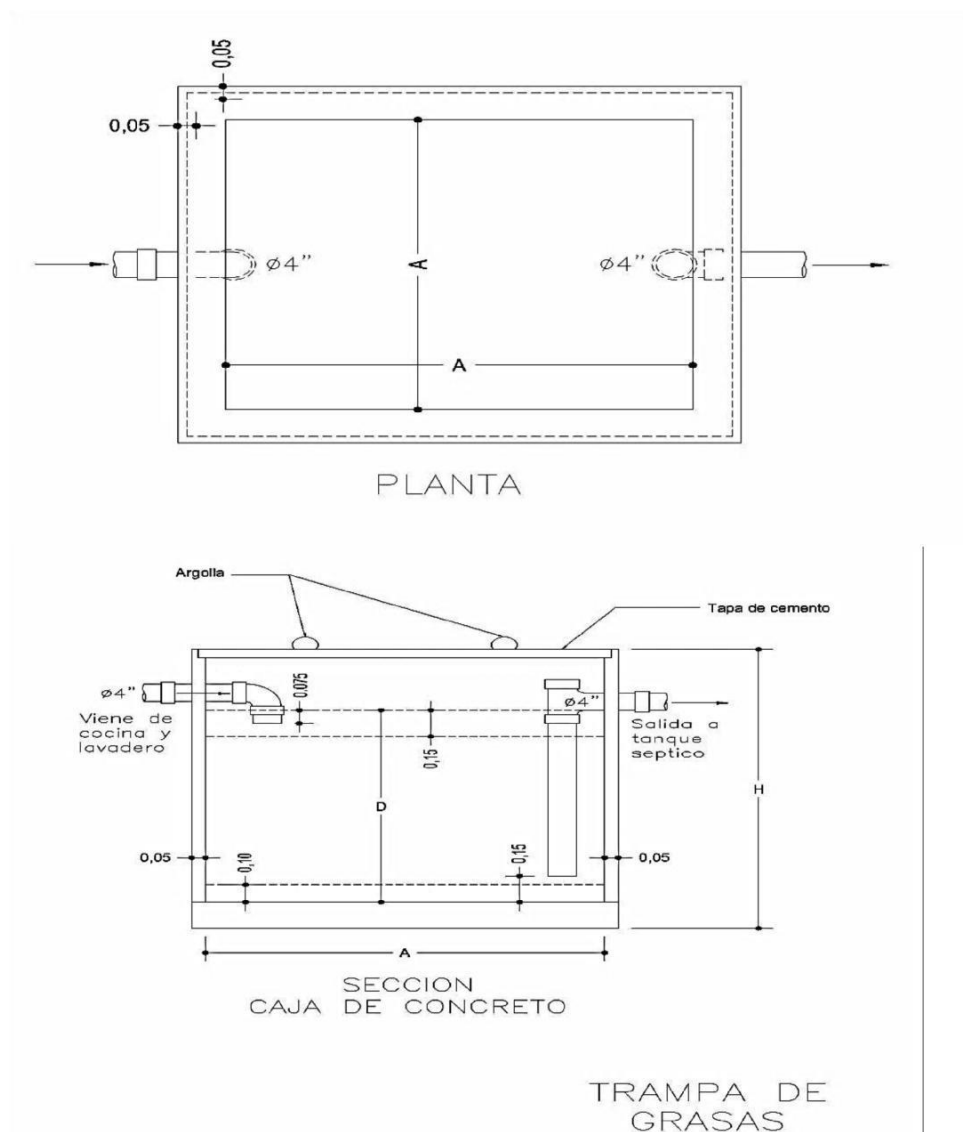


Ilustración 19 Planta y perfil de trampa grasas en vivienda rural dispersa

Pretratamiento con trampa grasas

Son tanques de flotación, donde la grasa sube a la superficie y es retenida mientras el agua clarificada ingresa por la parte inferior. El funcionamiento es hidráulico, la función principal de la trampa de grasas, es evitar que las grasas y jabones disminuyan la eficiencia de las etapas siguientes de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes de la vivienda rural dispersa, suelen tener grasa y jabón, que de no ser retenidas puede llegar al tanque séptico, luego al filtro anaeróbico y al campo de infiltración y van a interferir con el proceso de descomposición biológica, al obstruir los poros de los medios filtrantes y hacer que los tanques sépticos fallen antes de tiempo, por la acumulación de grasa, también de impedirse el ingreso de agua caliente por la trampa de grasas, pues el calor diluye y permite que atraviesen la trampa de grasas, sin ser retenidos por la misma.

Requisitos de ubicación y construcción de una trampa grasas

Las trampas grasas deben ubicarse próximo a los lavaplatos y lavarropas que descarguen desechos grasosos y jabonosos, y por ningún motivo debe ingresar aguas negras provenientes de los inodoros.

El sitio de ubicación debe ser de fácil acceso para la limpieza o extracción de las grasas acumuladas.

Las trampas de grasa pueden ser construidas en ladrillo o concreto, prefabricadas en plástico y su geometría puede ser rectangular o circular

Características de diseño de la trampa de grasas

El volumen de la trampa de grasa se calculará para un periodo de retención entre 2.5 - 3 minutos.

La relación ancha: largo del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendida entre 2:1 a 3:2

La profundidad no deberá ser menor a 0.80m

La entrada del efluente se hará por medio de un codo de 90° y un diámetro de 75 mm (3"). La salida del efluente será por medio de una tee con diámetro de 75 mm (3")

La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0.15 m por debajo del nivel del líquido.

La diferencia del nivel entre la tubería de ingreso y la salida deberá ser no menor de 0,05m

La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0.05 m por debajo de la losa del techo.

La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0.075m ni más de 0.15m del fondo.

El espacio libre entre el nivel del agua y la parte inferior de la tapa deberá tener como mínimo 0.30 m

La trampa de grasa deberá ser de forma tronco cónica o piramidal invertida con la pared del lado de la salida del efluente vertical. El área horizontal de la base deberá ser por lo menos de 0.25x0.25m por lado o de 0.25m de diámetro. Y el lado inclinado deberá tener una pendiente de 45° a 60° con respecto a la horizontal

A continuación, se relacionan los caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa de diferentes tipos de afluente

Tabla 14 Capacidad del trampa grasas según el caudal y la capacidad de retención

Tipo de afluente	Caudal (l/min)	Capacidad de retención (Kg.)	Capacidad recomendada (Lts.)
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330

Tabla 15 Tiempos de retención hidráulica

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/seg)
3	2-9
4	10-19
5	más

Tratamiento primario el cual se lleva a cabo en uno o dos tanques sépticos en serie

El tanque séptico es el componente principal de un sistema séptico para el tratamiento de las aguas residuales de las viviendas rurales dispersas, de un conjunto de viviendas rurales nucleadas, o de establecimientos ubicados en zonas rurales que no cuenta con servicio de alcantarillado.

Estas aguas residuales pueden provenir exclusivamente de los inodoros con descarga hidráulica o incluir aguas grises generadas en las duchas, lavamanos, lavaderos de ropa y lavaplatos

El tratamiento que se desarrolla dentro del tanque séptico es biológico. Allí las aguas residuales domésticas son sometidas a descomposición por procesos naturales y microbiológicos en un ambiente ausente de aire. Los microorganismos que están presentes en este proceso de descomposición pertenecen al grupo de bacterias anaeróbicas porque se desarrollan en ausencia de oxígeno, al ser este tanque un recipiente hermético con el fondo, paredes y la tapa impermeables. Este tratamiento anaeróbico se llama también séptico y de ahí nombre del tanque. Durante la descomposición se producen lodos que se sedimentan en el fondo del tanque, y gas que ascenderá constantemente en forma de burbujas a la superficie, arrastrando partículas livianas que flotan formando una capa de natas.

Generalmente los tanques sépticos son subterráneos y según su geometría pueden ser prismáticos rectangulares, cilíndricos o tronco-cónicos.

Los tanques sépticos se construyen en sitio en mampostería, en concreto simple o reforzado, o pueden ser adquiridos en el comercio prefabricados en plástico.

El efluente del tanque no debe ser dispuesto directamente en el suelo y mucho menos a un cuerpo de agua. Por eso debe hacerse un pos tratamiento, o sea, debe ser tratado complementariamente para mejorar la eficiencia en la remoción de la materia orgánica y cumplir con las disposiciones de las autoridades ambientales y sanitarias, con el propósito de disminuir los riesgos de contaminación que afecten la salud pública. Este pos tratamiento o tratamiento secundario para mejorar la calidad del agua tratada en el tanque séptico puede hacerse con un filtro anaeróbico de flujo ascendente y/o disponiendo el efluente directamente a un campo de infiltración y/o humedal artificial sumergido.

Requisitos previos para la construcción de un tanque séptico

Se recomiendan solamente para:

Áreas donde no hay redes públicas de alcantarillado

Vivienda rural dispersa con suficiente área de contorno para acomodar un sistema completo (tanque, filtros anaeróbicos y/o campos de infiltración o humedal artificial.

Alternativa de tratamiento de aguas residuales en centros poblados rurales que cuentan con redes de alcantarillado locales.

Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando hace parte de los alcantarillados sin arrastre de sólidos (ASAS).

Debe ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial destinado para abastecimiento de agua para consumo humano.

No se recomiendan para:

Ser construidos en áreas pantanosas o inundables.

Ser operados en condiciones en donde entren aguas lluvias y/o desechos capaces de causar interferencia negativa o inhibición en cualquier fase del proceso de tratamiento, el cual es eminentemente biológico.

Localización

Tabla 16 Distancia mínima para la localización del tanque séptico

Entre el tanque séptico y	Distancia mínima horizontal en (m)
Pozo de agua o cuerpo de agua (rio, quebrada o caño)	25
Construcciones, límites de propiedad, sumideros y caminos peatonales	1.5
Árboles o tubería de abastecimiento de agua (a presión)	3.0
Cortes o terraplenes	8.0
Piscina	3.0

Ventajas de aplicación del tanque séptico

Los tanques sépticos son apropiados para tratar sanitariamente las aguas residuales domesticas de:

La vivienda rural dispersa

Vivienda rural nucleada con máximo de 10 viviendas por tanque séptico

Tienen bajo costos de construcción, operación y mantenimiento sobre todo si se cuenta con infraestructura o facilidades para la remoción mecánica de lodos

Desventajas

De uso limitado para un máximo de 50 personas por cada tanque séptico

Uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno para disponer adecuadamente los efluentes del suelo

Requiere espacio y facilidades para la remoción y disposición de los lodos (bombas o camiones cisternas con bombas de succión presión)

Diseño

Carga contaminante

Se calcula una carga contaminante así:

$\text{Carga aplicada} = \text{Concentración ponderada} * \text{Caudal promedio}$

Como no se tiene la caracterización específica para este vertimiento, se asume una carga promedio ponderada de una población similar realizada recientemente para una vivienda.

Tabla 17 Concentración promedio ponderada de carga

Concentración promedio Ponderada (mg/L/día)	
DBO ₅	SST
250.0	215.0

Fuente: Suarez Marmolejo, Claudia "Tratamiento de aguas residuales municipales en el Valle del Cauca (Trabajo de Investigación) - 2010"

Carga esperada = $C \text{ m/L} * Q \text{ medio}$

Eficiencia de remoción

La remoción que se espera en el sistema de tratamiento de DBO , S.S.T, se presentan en la tabla siguiente

La eficiencia de remoción se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = (C_o - C_e) / C_o$$

Donde:

C_o = Concentración de DBO en el afluente (mg/L).

C_e = Concentración de DBO en el efluente (mg/L).

E = Eficiencia de remoción en %

Tabla 18 Porcentaje de remoción de carga contaminante (DBO5) del sistema séptico

Caudal Medio de Agua Residual , Q_{med}		Concentración de DBO ₅ (Coe) a la entrada del sistema y Porcentaje de Remoción Total requerido según Legislación Vigente		Tipo de Tratamiento y su respectivo porcentaje de Remoción de DBO ₅		Tipo de Tratamiento y su respectivo porcentaje de Remoción de DBO ₅		Eficiencia total		Tipo de Tratamiento y su respectivo porcentaje de Remoción de DBO ₅		Eficiencia total de Remoción del sistema completo
		Vertimiento	Decreto 1594 de 1984	Tanque séptico	Concentración de DBO ₅ (Coe) a la salida del digestor anaeróbico y a la entrada del Filtro Anaeróbico	Filtro Anaeróbico de Flujo ascendente	Concentración de DBO ₅ (Coe) a la salida del Filtro Anaeróbico y entrada filtro biológico	de Remoción del tanque séptico + filtro anaeróbico		Filtro biológico o humedal artificial	Concentración de DBO ₅ (Coe) a la salida del Filtro biológico o humedal artificial	
(lps)	(m ³ /día)	Coe (mg/lit)	Remoción Total (%)	* Remoción (%)	(mg/lit)	* Remoción (%)	(mg/lit)	* Remoción (%)		* Remoción (%)	(mg/lit)	* Remoción (%)
0.0058	0.50	250.0	80	40	150.0	70.0	45.0	82.0		60.0	18.0	92.8

Tabla 19 Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos totales (S.S.T.) del sistema séptico

Caudal Medio de Agua Residual , Q_{med}		Concentración de Sólidos Suspendidos Totales (Coe) a la entrada del sistema y Porcentaje de Remoción Total requerido según Legislación Vigente		Tipo de Tratamiento y su respectivo porcentaje de Remoción de Sólidos Suspendidos Totales		Tipo de Tratamiento y su respectivo porcentaje de Remoción de Sólidos Suspendidos Totales		Eficiencia total		Tipo de Tratamiento y su respectivo porcentaje de Remoción de Sólidos Suspendidos Totales		Eficiencia total de Remoción del sistema completo
		Vertimiento del Matadero	Decreto 1594 de 1984	Tanque séptico	Concentración de Sólidos Suspendidos Totales (Coe) a la salida del digestor anaerobico y a la entrada del Filtro Anaeróbico	Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente	Concentración de sólidos suspendidos totales (Coe) a la salida del Filtro Anaeróbico y entrada filtro biológico	de Remoción del tanque septico + filtro anaeróbico		Filtro biológico o humedal artificial	Concentración de DBO5 (Coe) a la salida del Filtro biológico o humedal artificial	
(lps)	(m ³ /día)	Coe (mg/lit)	Remoción Total (%)	* Remoción (%)	(mg/lit)	* Remoción (%)	(mg/lit)	* Remoción (%)		* Remoción (%)	(mg/lit)	* Remoción (%)
0.0058	0.50	215.0	80	40	129.0	80.0	25.8	88.0		70.0	7.7	96.4

Volumen útil del tanque séptico

Para obtener el volumen útil del tanque séptico se utilizará la siguiente expresión

$$V_u = V_{rs} + V_l + V_n + V_v$$

Donde:

V_u = Volumen útil

V_{rs} = Volumen de sedimentación o Volumen de digestión anaeróbica

V_l = Volumen de lodos

V_n = Volumen de natas y espumas

V_v = Volumen de aire o libre ($h_v = 0.10-0.15$ m de altura)

Volumen requerido de sedimentación (V_{rs}).

Para calcular el volumen de sedimentación o de digestión anaeróbica se requiere definir el tiempo de retención hidráulica, para tanque séptico varia comúnmente entre 10 y 20 horas. En cualquier caso, no debe ser inferior a 8 horas.

El tempo de retención hidráulica se aplica la siguiente expresión:

$$T_d = 1.5 - 0.3 * \log (P * Q)$$

Donde:

T_d = Tiempo de retención hidráulica en días

P = Población aportante en litros por persona día (lppd). Para lo cual se tomará la dotación mínima establecida en el RAS 2000 100 litros * coeficiente de retorno del 85% = 85 litros. El volumen requerido de sedimentación en metros cúbicos será: $V_{rs} = P * Q * t_d / 1000$

Altura de sedimentación o de digestión anaeróbica (h_s).

La altura de sedimentación h_s , se calcula con la siguiente formula:
 $h_s = V_{rs} / A$

La altura mínima requerida según el Ras es de 0.375 m

Tabla 20 Tiempo de retención hidráulica, Volumen y Altura de sedimentación

T_d	P	D	V	A	h_s	h_{smin}	V
Tiempo de detencion hidraulica	Poblacion aportante	dotacion *0.85	Volumen requerido sedimentacion	Area superficial	altura de sedimentacion	Altura minima requerida	Volumen real sedimentacion
dias	hab/tanque	lppd	m ³	m ²	m	m	m ³
0.71	5	85	0.302	1.28	0.24	0.375	0.48

Volumen para almacenamiento de lodos (V_1).

Para calcular el volumen para almacenamiento de lodos se utiliza la siguiente expresión:

$$V_1 = T_1 * P * N / 1000$$

Donde:

V_1 = Volumen para lodos en m^3

T_1 = Tasa de acumulación de lodos l/hab-año. La cantidad de lodos producidos por habitante por año depende de la temperatura y si el tanque le descarga residuos de cocina (los valores a considerar en la región son 60 l/hab-año) P = Población aportante (N° habitantes/tanque séptico)

N = Número asumidos entre operaciones de limpieza (se recomienda 2 años, máximos 6 años).

Altura de lodos (h_1). La altura de lodos será:

$$h_1 = V_1 / A$$

Donde:

A = Área superficial del tanque en m^2

Tabla 21 Volumen y altura de lodos

T_l	P	N	V_l	A	h_l
Tasa de acumulación de lodos	Poblacion aportante	Número entre operaciones de limpieza	Volumen para lodos	Area superficial	Altura de lodos
l/hab-año.	hab/tanque	años	m^3	m^2	m
60	5	2	0.6	1.28	0.47

Volumen para almacenamiento de natas y espumas (V_n).

Para calcular el volumen para almacenamiento de natas y espumas se utiliza la siguiente expresión:

$$V_n = T_n * P * N / 1000$$

Donde:

V_n = Volumen de natas en m^3

T_n = Tasa de acumulación de natas en l/hab-año. (Se tomará $10.0 > 3.511$ /hab-año del proyecto ASAS de Cartagena).

P = Población aportante (Nº hab/tanque séptico)

N = Número asumidos entre operaciones de limpieza (se recomienda 2 años, máximos 6 años).

Altura de natas (h_n).

La altura de natas será:

$$h_n = V_n / A$$

A = Área superficial del tanque en m^2

Tabla 22 Volumen y altura de natas

T_l	P	N	V_l	A	h_l
Tasa de acumulación de natas	Poblacion aportante	Número entre operaciones de limpieza	Volumen de natas	Area superficial	Altura de natas
l/hab-año.	hab/tanque	años	m^3	m^2	m
5	5	2	0.05	1.28	0.04

Profundidad neta del tanque séptico (h_n).

Es la suma de las alturas requeridas para sedimentación h_{rs} , almacenamiento de lodos h_l , la altura de natas h_n , y la altura de borde libre h_b $h_n = h_{rs} + h_l + h_n + h_b$

$$h_n = 0.38 \text{ m} + 0.47 \text{ m} + 0.04 \text{ m} + 0.15 \text{ m} = 1.04 \text{ m} \approx 1.10 \text{ m}$$

Dimensionamiento del tanque séptico

El tanque séptico será de doble compartimiento con las siguientes dimensiones:

Largo útil total = 1.60 m

Largo útil primera cámara = 1.0 m

Largo útil segunda cámara = 0.60 m

Ancho útil = 0.80 m

Relación largo ancho = 2:1

Altura total = 1.10 m, altura lámina agua = 0.95 m, altura borde libre = 0.15 m

Tabla 23 Verificación normas de diseño

Relación Largo/ancho (2:1)	Profundidad < longitud	Ancho ≥ 0.60 m	Profundidad neta ≥ 0.75 m	Espacio libre entre nata y loza ≥ 0.10 m	Diámetro de tubería entrada = 4"	Distancia entre batea entrada y salida = 0.05 m	Cámara 1 > 50%	Pendiente de fondo = 2%
1.60/0.8	1.10m<1.60 m	0.80m ≥ 0.60 m	1.10m ≥ 0.75 m	0.11m ≥ 0.10 m	4"	0.05m	60%	2%

Tratamiento secundario a través de un filtro anaeróbico de flujo ascendente

Su propósito es continuar mejorando la calidad del agua tratada en el tanque séptico, en donde fue sometida a un proceso de separación y retención de sólidos y que, por digestión anaeróbica llevada a cabo en su tránsito por la zona de sedimentación, tuvo una remoción importante de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y mejora en otras características indicadoras de la contaminación, pero no en la cantidad suficiente para ser vertida en el suelo o en el cuerpo de agua. La máxima eficiencia de remoción de la DBO₅ que se puede esperar de un tanque séptico es del 40%.

En un tanque séptico de baja capacidad como el de una vivienda rural y donde el suelo tenga capacidad para asimilar el vertimiento líquido, un campo de infiltración en el terreno puede ser suficiente como pos tratamiento al tanque séptico.

En otras situaciones de mayor población aportante y que coincida con el suelo de baja capacidad de infiltración, seguramente habrá que considerar un tratamiento secundario adicional, teniendo en cuenta las normas de vertimientos a cuerpos de agua, este tratamiento secundario puede ser anaeróbico.

Filtro anaeróbico de flujo ascendente

Los filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA), son tanques enterrados que pueden construirse en el sitio y con el mismo material y geometría a continuación del tanque séptico, ya sea integrándolo a esta estructura, o en forma independiente si la topografía del terreno o el espacio lo permiten. El tratamiento secundario es también microbiológico ausente de aire, es decir es anaeróbico. El agua en tránsito por el reactor es filtrada en un medio de grava, lo cual permite mejorar la calidad a unas condiciones que permitan utilizarlo para riego, infiltrarla en el suelo si las condiciones de permeabilidad de este lo permiten o finalmente verterlos a una fuente de agua, previo estudio del cuerpo receptor, y desde luego, con la autorización de la autoridad ambiental.

El FAFA es un tanque impermeable que en la parte inferior tiene un falso fondo sobre el cual se coloca un lecho de grava lavada o triturado libre de tierra y arena de 2 a

21/2" de tamaño efectivo, que se puede elevar hasta la altura de la batea de la tubería de salida la cual debe estar localizada a una distancia máxima de 20 centímetros por debajo del techo del filtro. La tubería efluente del tanque séptico, entra al filtro y mediante una tee con tapón roscado en la salida superior, desciende verticalmente hasta entrar al falso fondo, el agua descargada allí se distribuye uniformemente en el fondo falso, atraviesa las perforaciones de este y sube filtrándose a través del triturado o la grava, creando un flujo ascendente a través del lecho para finalmente salir en dirección al punto de vertimiento o a la siguiente o siguientes procesos proyectados para cumplir el grado de tratamiento exigido por la norma.

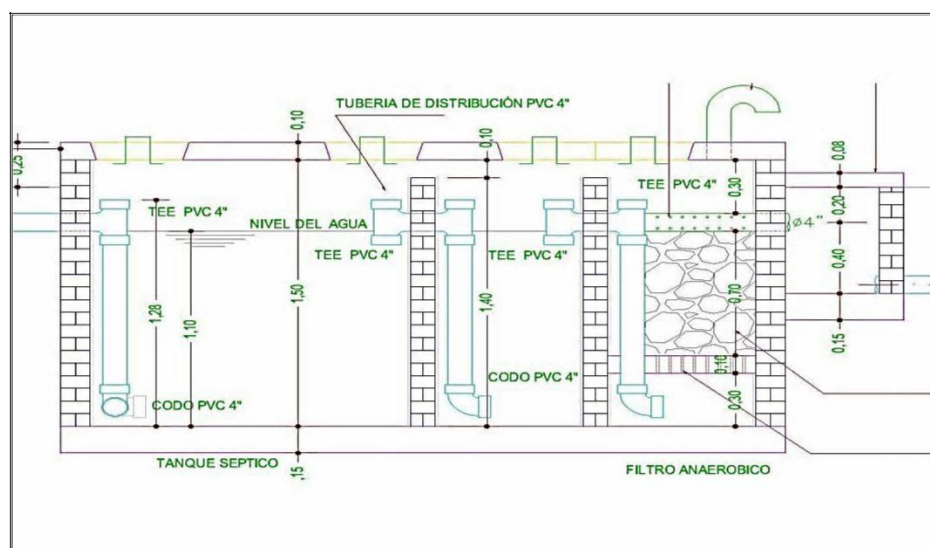


Ilustración 20 Corte sistema séptico (tanque y filtro anaeróbico) para tratamiento de aguas residuales domésticas en vivienda rural dispersa

Dimensionamiento de cada filtro anaeróbico

$T_{Rmin} = 8$ Horas, se asume 10 horas

$Q_{m\acute{a}x} = 0.0058$ LPS

$H_{filtro} = H = 0.75$ m

$$\text{Ancho} = b = 0.80 \text{ m}$$

$$V_{\text{reactor}} = T_R * 3600 \text{ seg} * Q_{\text{máx.}} / 1000 \text{ lps/seg}$$

Para el sistema anaerobio, se utilizará piedra como material de filtrante, con un coeficiente de porosidad igual a 0,60.

Entonces el volumen del filtro es

Ilustración 21 Cálculo del volumen del filtro anaeróbico

Volumen del filtro	Caudal máximo/Uní filtro	Tiempo de retención	Coeficiente de porosidad	Volumen real del filtro
m ³	L/s	hr		m ³
0.209	0.0058	10	0,6	0.348

$$V_{\text{reactor}} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$A_{\text{superf}} = V_{\text{filtro}} / H_{\text{filtro}} = 0.464 \text{ m}^2$$

$$a = 1.15 \text{ m}, L = 0.464 / 1.15 \text{ m} = 0.41 \text{ m} \approx 0.60 \text{ m}$$

Resumen de las dimensiones:

$$\text{Largo} = 0.60 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 1.15 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 0.75 \text{ m}$$

Recolección del efluente

Considerando que la recolección del efluente es uno de los puntos neurálgicos del sistema, se propone instalar una tubería de PVC sanitaria perforada, la cual se configurará con laterales y un colector. Para estimar el número de orificios, el número de laterales, el

diámetro de los laterales y el diámetro del principal se parte de las siguientes consideraciones:

$$Q_{\text{orif}} = C \sqrt{2gh} \cdot a$$

Donde:

C= Coeficiente de descarga, 0.61

h = pérdida en el orificio

a = área de los orificios

d = diámetro de los orificios

n₁: número de orificios

n₂: número de laterales

orif: diámetro de los orificios

lat: diámetro de los laterales

prip: diámetro del principal

$$A = \frac{n_{\text{orif}} \cdot d^2}{4}$$

$$n_1 \cdot d_{\text{orif}}^2 = n_2 \cdot d_{\text{lat}}^2 = d_{\text{la}}^2 = d_{\text{pri}}^2$$

Reemplazando en lo anterior se tiene

Tabla 24 Características de las tuberías laterales de recolección filtro.

N° línea	Largo Filtro (m)	ancho (m)	Espac. Late(m)	de laterales	área del filtro m ²	caudal (m ³ /s)	q/a (m ³ /m ² /s)
1	0.60	0.80	0.30	4	0.48	0.0058E-03	1.20E-05

Tabla 25 Características de las perforaciones en los laterales.

N°. línea	caudal por lateral (m ³ /s)	hf en el orificio (m)	área orificios(m ²)	Long. Lateral (m)	Espacia Ori (m)	# de ori	área del orificio (m ²)
1	1.45E-06	0.000	0.00228	0.40	0.10	8	2.85 E-04

El diámetro de los laterales será de 2” el diámetro del principal será de 4”, 8 orificios

Ø ¾” cada 10 cms.

Campo de infiltración

Antes de adoptar los sistemas de infiltración en el terreno como pos tratamiento en un sistema séptico, es importante determinar la permeabilidad del suelo mediante un ensayo de infiltración, tal como lo señala el RAS 2000 en su capítulo J.10.3.17 en suelos clasificados como impermeables o infiltración lenta, es decir que en la prueba de infiltración para el descenso de 1 centímetro de agua, el tiempo es superior a 12 minutos, no se puede considerar este tipo de pos tratamiento.

Los campos o zanjas de infiltración consisten en una serie de zanjas angostas y relativamente superficiales que se disponen en paralelo como lo indica la figura siguiente, en forma de espina de pescado u otras configuraciones geométricas dependiendo de la topografía del terreno. En el fondo de estas zanjas se colocará una capa de grava limpia

con granulometría de 25 (1”) a 50 mm (2”) de diámetro y espesor de 0.15 m, sobre esta base se instala la tubería tipo drenaje o perforada de 4” de diámetro, la cual se atraca en la parte superior con la misma grava y a continuación se cubre con una capa de grava fina de 0.10 m de espesor y granulometría de 10 a 25 mm. Sobre la capa de grava fina y para evitar la alteración de la capacidad filtrante de la grava, se colocará un geotextil que facilite la evapotranspiración del agua residual aplicada a la zanja filtrante.

Estas tuberías reciben el efluente del tanque séptico o del FAFA y lo distribuyen en el terreno a través de las perforaciones, normalmente la tubería se coloca con las perforaciones dirigidas hacia el fondo de las zanjas.

Localización

Estos campos o zanjas de infiltración se localizan aguas abajo del tanque séptico o del FAFA de acuerdo al diseño del sistema séptico, y su propósito es continuar con el tratamiento del efluente proveniente de estos tanques. Deben ubicarse en suelos cuyas características de permeabilidad permitan la absorción del agua residual que sale de los tanques sépticos, a fin de no contaminar las aguas subterráneas y su diseño se hará con base en los resultados de las pruebas de infiltración del terreno, igualmente se debe considerar también la dirección de los vientos.

El fondo de la zanja debe quedar por lo menos a 2 metros del nivel freático

La profundidad de las zanjas estará en función de la capacidad de infiltración de los terrenos y podrá variar entre un mínimo de 0.40 m a un máximo de 0.90 m.

Debe evitarse la proximidad de árboles, para evitar la entrada de raíces. La distancia mínima entre la zanja y cualquier árbol debe ser mayor a 3.0 metros

Diseño de campos o zanjas de infiltración

Para el diseño del campo de infiltración se utilizará la tabla J.10.5 del RAS 2000, la cual se transcribe a continuación:

Tabla 26 Titulo J RAS 2000

Parámetro	Dimensión
Diámetro de tubería	100-150 mm
Pendiente	0.3-0.5%
Largo máximo	30 m
Ancho fondo	0.45 m - 0.75 m

El área de absorción necesaria debe obtener con base en las características del suelo, que se determinan en las pruebas de infiltración.

A continuación, se transcriben los valores típicos que se deben usar en el diseño:

Tabla 27 Área de absorción necesaria en el fondo del campo

Tiempo de infiltración	Área de absorción necesaria en el fondo del campo m ²	
	Habitaciones	Escuelas
Minutos	Por cuarto	Por salón
2	4.50	0.80
3	5.50	1.00
4	6.50	1.10
5	7.50	1.20

10	9.00	1.70
15	12.00	2.00
30	16.50	2.80
60	22.00	3.50

Por encima de 60 minutos, no se recomienda esta solución. La tasa de aplicación menor o igual a $100\text{L}/\text{dia}/\text{m}^2$ para los efluentes de tanques sépticos y periodos de aplicación no mayores de 6 horas.

5. Conclusiones

Debido a la problemática generada por la dispersión de las viviendas en la zona rural y la poca cobertura de los servicios públicos, se hace necesario desarrollar soluciones individuales de agua y saneamiento básico.

Con la ejecución de este proyecto se logra reducir los costos asociados al pre inversión enfocados en el diagnóstico, diseño, formulación y estructuración de un proyecto de este tipo y brinda a las comunidades beneficiadas una oportunidad de

acceder más fácilmente a la consecución de recursos frente a las entidades territoriales.

Dentro del censo de la población, pudimos identificar que son 47 viviendas que no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado digno, contando con un aproximado de 3 personas por vivienda y un total de 120 niños considerados población flotante que asisten a la Institución educativa llamada el Transito, de igual manera dentro del tipo de servicio que se presta, están 6 predios oficiales, entre escuela, iglesias y puesto de salud que aunque cuentan actualmente con el servicio este se encuentra deteriorado y se debe mejorar.

Se pudo determinar con la prueba de bombeo desarrollada, que el afluente subterráneo del caserío Bocas del Ele es capaz de aportar un caudal máximo de 5 l/s siendo este suficiente para dar cobertura a la comunidad beneficiada.

Basado en los resultados de las muestras de agua realizadas se pudo determinar que la solución más indicada a aplicar en esta zona es la que consta de dos (2) filtros, una torre de aireación, clorador y un tanque de reserva que garantizara el servicio durante un día adicional.

6. Referencias Bibliográficas

- 1920, CEA Winslow. (s.f.).
- Arauca, Gobernacion . (2016). *Plan de Desarrollo Departamental 2016 - 2019*. Obtenido de <https://www.arauca.gov.co/plan-de-desarrollo-departamental-2016-2019>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). <http://www.corteconstitucional.gov.co>. Obtenido de <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (03 de 07 de 2014). www.minvivienda.gov.co. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3810%20-%202014.pdf>
- Dr LEE Jong-wook, D. G. (s.f.). http://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/.
- ECADES E.S.P. (2017). EMPRESA COMUNITARIA DE SERVICIOS PUBLICOS CENTRO POBLADO LA ESMERALDA. ARAUQUITA, ARAUCA, COLOMBIA.
- El Congreso De Colombia. (11 de 07 de 1994). www.alcaldiabogota.gov.co. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>
- El Congreso De Colombia. (29 de 12 de 1998). www.alcaldiabogota.gov.co. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=186>
- INGRID CORREA VILLALBA. (22 de agosto de 2014). *Contrato de Consultoria No. 019 DEVELOPMENT & INVESTMENT CONSULTING GROUP S.A.S NIT 900.006.810-1*. Arauca.
- LEY 142 DE 1994. (11 de julio de 1994.). Servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo. Bogotá, D.C.
- MAVDT. (MAYO de 2001). *CATASTRO DE USUARIOS MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES*.
- MUNICIPIO DE ARAUQUITA. (2016). *PLAN DE DESARROLLO " ARAUQUITA MAS SOCIAL Y PRODUCTIVA 2016 - 2019*. ARAUQUITA.
- PBOT ARAUQUITA. (2016). PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL CENTRO POBLADO LA ESMERALDA. ARAUCA.
- RESOLUCIÓN 717. (22 DE JUNIO DE 2015). Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). BOGOTA.
- unicef. (s.f.). <https://www.unicef.es/prensa/lavarse-las-manos-con-jabon-puede-prevenir-millones-de-muertes-por-enfermedades-contagiosas>.



**PRO YECTO : DIAGNO STICO Y DISEÑO DE SO LUCIO NES INDIVIDUALES DE AGUA PO TABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA
BO CAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUO UITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

[illegible]



CH-BOG-PRO-145715

Bogotá, Febrero 05 de 2018

Señores
 Richard Andrés Valencia Pérez
 Departamento de Arauca
 Arauca

PROPUESTA PARA ELABORAR EL DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

En atención a su llamada telefónica presentamos la siguiente propuesta por precios unitarios para su consulta:

1. DIAGNOSTICO, ANALISIS Y EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

- 1.1 SOCIALIZACIÓN: 2.720.0000
- 1.2 RECONOCIMIENTO DE USUARIOS: 3.250.000
- 1.3 IDENTIFICACIÓN DE RUTAS: 1.230.000
- 1.4 ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS: 962.000

2. ESTUDIOS Y ANALISIS DETALLADOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

- 2.1 PRUEBA DE BOMBEO: 6.050.000
- 2.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO: 8.500.000
- 2.2 ESTUDIO GEOELÉCTRICO: 5.900.000
- 2.3 MUESTRA Y ANALISIS DE AGUA CRUDA: 4.720.000

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

- 3.1 DISEÑO HIDRAULICO: 3.050.000
- 3.2 DISEÑO SANITARIOS: 4.100.000

El valor total a cancelar será el resultado de calcular la cantidad real ejecutada por el valor unitario.

Dirección: Cra. 57B 137-19

Tel. 2712037 – 4798813
 Bogotá - Colombia

e-mail: hleal0325@gmail.com



CH-BOG-PRO-145715

*Ver condiciones y recomendaciones.

CONDICIONES DE PROGRAMACIÓN:**Jornada laboral y Condiciones de Programación.**

La jornada laboral es de 8 horas diarias corrientes. Para jornadas nocturnas después de las 8 p.m. hasta 6 am, y festivas, las actividades tendrán un incremento del 20%.

Nuestro servicio se presta en el horario que se ajuste a las necesidades del cliente.

Inicio de trabajos

Se programa previo Contrato, entrega de planos donde figuren las redes a intervenir, y coordinación con el Ingeniero responsable.

El Contrato u Orden de Trabajo Implica la aceptación de las condiciones técnicas, económicas, y recomendaciones indicadas en la presente propuesta. Validez de la oferta

La presente oferta tiene validez de sesenta (60) días a partir de la fecha.

Los trabajos se programaran una vez se confirme mediante orden formal por parte del contratante.

En caso de no acordar anticipo, Nuestra Empresa asumirá los trabajos y los recursos necesarios, pero la Entrega de Informes se Realizara contra pago (con Factura).

Atentamente,

CHAFIK INGENIERIA SAS
R/L HERNANDO LEAL FERRO

Dirección: Cra. 57B 137-19

Tel. 2712037 – 4798813
Bogotá - Colombia

e-mail: hleal0325@gmail.com



Bogotá, Enero 2018

Señor.
RICHARD ANDRES VALENCIA
 Coordinación

PROPUESTA DE DIAGNOSTICO Y DISEÑO TEC-PRO-CS-353675

Respetados Señor,

De acuerdo con su amable solicitud nos permitimos presentar a usted el listado de precios para desarrollar las actividades que se mencionan a continuación:

PRODUCTOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR Incluye IVA
DIAGNOSTICO, ANALISIS Y EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO			
SOCIALIZACIÓN	Global	1,00	\$3,300,000.00
RECONOCIMIENTO DE USUARIOS	Global	1,00	\$4,000,000.00
IDENTIFICACIÓN DE RUTAS	Global	1,00	\$1,600,000.00
ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS	Global	1,00	\$1,050,000.00
ESTUDIOS Y ANALISIS DETALLADOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO			
PRUEBA DE BOMBEO	Unidad	1,00	\$5,970,000.00
ESTUDIO GEOTÉCNICO	Unidad	1,00	\$9,120,000.00
ESTUDIO GEOELÉCTRICO	Unidad	1,00	\$6,200,000.00
MUESTRA Y ANALISIS DE AGUA CRUDA	Unidad	1,00	\$4,850,000.00
DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO			
DISEÑO HIDRAULICO	Unidad	1,00	\$3,010,000.00
DISEÑO SANITARIOS	Unidad	1,00	\$4,300,000.00

Productos a Entregar

Como parte de la ejecución del proyecto, TECNODUCTOS s.a.s. entregará los siguientes productos sin ningún costo adicional:

- Informe físico del proyecto finalizado y labores realizadas en oficina por los profesionales.
- Informe digital del proyecto finalizado y labores realizadas en oficina por los profesionales.

**TECNO DUCTOS****NOTAS A TENER EN CUENTA:**

Se programa previo contrato, entrega de planos donde figuren las redes, y coordinación con el Ingeniero responsable.

El Contrato u Orden de Trabajo Implica la aceptación de las condiciones técnicas, económicas, y recomendaciones indicadas en la presente propuesta.

La presente oferta tiene validez de sesenta (60) días a partir de la fecha.

Forma de Pago:

Anticipo: 60%

Entrega de proyecto: 40%

Tiempo de Ejecución: 4 meses.

Validez: Esta oferta tiene validez de 60 días calendario.

Cordialmente,


Fernando Ballesteros
Director Comercial



DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

COTIZACIÓN

1. TIEMPO DEL PROYECTO

Las actividades se estiman así, teniendo en cuenta días en campo, y posterior tiempo en oficina:

- Diagnóstico, Análisis Y Evaluación De Los Sistemas De Agua Potable Y Saneamiento Básico: 1 mes calendario.
- Estudios Y Análisis Detallados De Los Sistemas De Agua Potable Y Saneamiento Básico: 1 meses calendario.
- Diseño Del Sistema De Suministro De Agua Potable Y Saneamiento Básico: 1 meses calendario.

2. PROPUESTA ECONOMICA:

 CALCULO DE PRESUPUESTO DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA					
PRODUCTOS	CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	Cantidad estimada para el proyecto	VALOR Incluye IVA
DIAGNOSTICO, ANALISIS Y EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO	SOCIALIZACIÓN	Global	\$2,905,000.00	1.00	\$2,905,000
	RECONOCIMIENTO DE USUARIOS	Global	\$3,460,000.00	1.00	\$3,460,000
	IDENTIFICACIÓN DE RUTAS	Global	\$1,454,000.00	1.00	\$1,454,000
	ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS	Global	\$844,000.00	1.00	\$844,000
ESTUDIOS Y ANALISIS DETALLADOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO	PRUEBA DE BOMBEO	Unidad	\$5,830,000.00	1.00	\$5,830,000
	ESTUDIO GEOTÉCNICO	Unidad	\$8,441,000.00	1.00	\$8,441,000
	ESTUDIO GEOELÉCTRICO	Unidad	\$5,750,000.00	1.00	\$5,750,000
	MUESTRA Y ANALISIS DE AGUA CRUDA	Unidad	\$4,710,000.00	1.00	\$4,710,000
DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO	DISEÑO HIDRAULICO	Unidad	\$2,865,000.00	1.00	\$2,865,000
	DISEÑO SANITARIOS	Unidad	\$4,095,000.00	1.00	\$4,095,000

Nota Importante:

- Las cantidades estimadas para el proyecto son las especificadas en el cuadro anterior, sin embargo, podrán ser ajustadas en la medida en que aumenten o disminuyan las mismas al finalizar el trabajo, y/o según autorización del cliente.
- La vigencia de la propuesta es de 60 días calendario.

Anexo C Formato Catastro de Usuarios y Encuesta

Formato No. AP-TEC-004_CAT/USUARIOS

FORMATO CATASTRO DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO FICHA CENSO DE USUARIOS Y CONEXIONES			
IDENTIFICACION DE LA ENCUESTA			
ENCUESTA N°: _____		FECHA: _____	
No de Ruta: _____			
Prestador del Servicio		Información Básica del Suscriptor	
E.S.P.: <input type="checkbox"/> NO EXISTENTE Municipio: <input type="checkbox"/> Arauquita Otro: <input type="checkbox"/> Cual?: _____		NOMBRE DE USUARIO O SUSCRIPTOR: _____ NUMERO DE IDENTIFICACION: _____ NUMERO DE PERSONAS: _____ NUMERO DE FAMILIAS: _____ TELEFONO: _____ CELULAR: _____	
Percepción del servicio prestado: Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Sin <input type="checkbox"/>		CORREO ELECTRONICO: _____ USUARIO FACTIBLE: Actual <input type="checkbox"/> Proyectado <input type="checkbox"/> Activo <input type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Continuidad del servicio: 24 Horas <input type="checkbox"/> Cortes Diarios <input type="checkbox"/> Por Hora <input type="checkbox"/> Corte semanal <input type="checkbox"/> Corte Mensual <input type="checkbox"/> Corte día <input type="checkbox"/>			
INFORMACION DEL PREDIO			
DIRECCIÓN: _____		CODIGO DE USUARIO: _____	
OBSERVACION _____		CODIGO CATASTRAL: _____	
CASA: _____		ESTRATO: _____	
SECTOR: _____			
CODIGO DEL BARRIO: _____		NOMBRE DEL BARRIO: _____	
Observaciones Generales del Predio			
Estado del Predio: Cerrada <input type="checkbox"/> Demolición <input type="checkbox"/> Desocupado <input type="checkbox"/> En Obra <input type="checkbox"/> Imposible entrevista <input type="checkbox"/> Ocupada <input type="checkbox"/> Parque <input type="checkbox"/> Zona Verde <input type="checkbox"/> Lote <input type="checkbox"/>			
Tipo de servicio: Comercial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Residenciales <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/> Oficial <input type="checkbox"/> No Residencial <input type="checkbox"/>			
Numero de Unidades: _____ Nombre Establecimiento: _____			
Servicios Públicos prestados			
Alcantarillado Legal <input type="checkbox"/> Aseo <input type="checkbox"/> Tubería <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Alcantarillado provisional <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Cual? _____ Sin Alcantarillado legal <input type="checkbox"/> Alumbrado <input type="checkbox"/> Teléfono <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/>			
INFORMACION DE CONEXIÓN			
Tipo de Conexión: Provisional <input type="checkbox"/> Legal, Normal <input type="checkbox"/> Clandestino <input type="checkbox"/> Derivada <input type="checkbox"/> Independiente <input type="checkbox"/> No Contabilizada <input type="checkbox"/>			
Diámetro Acometida: 1/2 pulgada <input type="checkbox"/> 3/4 pulgada <input type="checkbox"/> 5/8 pulgada <input type="checkbox"/> 1 pulgada <input type="checkbox"/> 1 1/2 pulgada <input type="checkbox"/>			
Material de Acometida: PVC <input type="checkbox"/> Asbesto <input type="checkbox"/> Cemento <input type="checkbox"/> Cobre <input type="checkbox"/> Hierro Acerado <input type="checkbox"/> Hierro Fundido <input type="checkbox"/> Hierro Galvanizado <input type="checkbox"/>			
INFORMACION DEL MEDIDOR			
Tiene Medidor: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Localización del medidor: Piso Individual <input type="checkbox"/> Piso Bateria <input type="checkbox"/> Muro individual <input type="checkbox"/> Muro Nicho <input type="checkbox"/> Muro externo <input type="checkbox"/>			
Posición del medidor: Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Inclinado <input type="checkbox"/>			
Estado de la caja: Buena <input type="checkbox"/> Sin Caja <input type="checkbox"/> Mal Estado <input type="checkbox"/> Tapada <input type="checkbox"/> Inundada <input type="checkbox"/>			
Estado de la Tapa: Buena <input type="checkbox"/> Sin Tapa <input type="checkbox"/> Trabada <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Falta Pasador <input type="checkbox"/>			
Estado del Medidor: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No funciona <input type="checkbox"/> Sin conectar <input type="checkbox"/> Cúpula rayada Tapada en Cerrero/Tierra <input type="checkbox"/> Escape antes del medidor <input type="checkbox"/> Escape Después del medidor <input type="checkbox"/>			
Marca: Bagder <input type="checkbox"/> Aquafog <input type="checkbox"/> Iberconta <input type="checkbox"/> Woltmang <input type="checkbox"/> C.V.M. <input type="checkbox"/> Meinecke <input type="checkbox"/> Cosmos <input type="checkbox"/> Laos <input type="checkbox"/> Trident <input type="checkbox"/> Acumetro <input type="checkbox"/> Aishi Tokai <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Tavera <input type="checkbox"/> Tr-4 <input type="checkbox"/> Multimag <input type="checkbox"/> Cual? _____ Ignessu <input type="checkbox"/> Actaris <input type="checkbox"/> Scholumberger <input type="checkbox"/> Acua Forjas <input type="checkbox"/> Zachi <input type="checkbox"/>			
Lectura Actual: Negros _____ Rojas _____			
Numero de Serie del medidor: _____			
INFORMACION DE ALMACENAMIENTO			
Tanque de almacenamiento? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Capacidad del tanque _____ Litros			
Controles en tanques? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Válvula Flotador <input type="checkbox"/> Válvula de cheque <input type="checkbox"/>			
Ing. Javier Alvarado Vo Bo. Supervisor del proyecto		Ps. Ernesto Patemina Vo Bo. Encuestador	

Elaboró: Ing. Javier Alvarado
Aprobó: Ing. Liliana Patemina

ELABORÓ
AP Ingeniería Diseño y Construcción s.a.s.

Fecha de Actualización: 05/12/2013

FORMATO CATASTRO DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO
FICHA CENSO ENCUESTA NIVEL SOCIOECONOMICO

ENCUESTA DE CARACTERIZACION

A. IDENTIFICACION Departamento: <input type="text" value="ARAUCA"/> Fecha entrevista: <input type="text"/> Municipio: <input type="text" value="ARAUQUITA"/> Encuestador: <input type="text"/> Vereda: <input type="text" value="CAÑAS BRAVAS"/> Nombre jefe de Hogar: <input type="text"/>		F. CARACTERISTICAS DEL HOGAR ¿Cuántas personas forman parte del hogar? <input type="text"/> Jefe de hogar hombre: <input type="checkbox"/> Hijos mayores de 15 años: <input type="checkbox"/> Jefe de hogar mujer: <input type="checkbox"/> Otros parientes: <input type="checkbox"/> Esposo de jefe de hogar: <input type="checkbox"/> Otros no parientes (empleados): <input type="checkbox"/> Hijos menores de 15 años: <input type="checkbox"/>																																					
B. SERVICIO DE ALCANTARILLADO ¿Que destino tienen las aguas residuales de su hogar? pozo séptico <input checked="" type="checkbox"/> letrina <input type="checkbox"/> otro <input type="text"/> El mantenimiento o limpieza de pozo o letrina tiene costo? <input type="text"/> ¿cuál? <input type="text"/> Cada cuanto le hace limpieza al pozo o letrina año <input type="text"/> mes <input type="text"/>		¿Cuántas personas del hogar trabajan y/o reciben remuneración? <input type="text"/> ¿Cuál es el ingreso del hogar (mens) \$ <input type="text"/> ¿Cuántos fueron los gastos del hogar el mes pasado \$ <input type="text"/> <table border="1"> <tr> <td>Acueducto</td> <td>\$ -</td> <td>Alimentación</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Alcantarillado</td> <td>\$ -</td> <td>Vivienda</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Aseo</td> <td>\$ -</td> <td>Vestido</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Energía eléctrica</td> <td>\$ -</td> <td>Educación</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Salud</td> <td>\$ -</td> </tr> </table>		Acueducto	\$ -	Alimentación	\$ -	Alcantarillado	\$ -	Vivienda	\$ -	Aseo	\$ -	Vestido	\$ -	Energía eléctrica	\$ -	Educación	\$ -			Salud	\$ -																
Acueducto	\$ -	Alimentación	\$ -																																				
Alcantarillado	\$ -	Vivienda	\$ -																																				
Aseo	\$ -	Vestido	\$ -																																				
Energía eléctrica	\$ -	Educación	\$ -																																				
		Salud	\$ -																																				
C. SERVICIO Y CALIDAD DEL AGUA Tiene servicio de acueducto <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO El agua que recibe presenta alguna de las siguientes condiciones: <table border="1"> <tr> <td></td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Turbiedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mal olor</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mal sabor</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> Cuántas llaves o grifos tiene? <input type="text"/> Cuántos días a la semana tiene servicio de acueducto <input type="text"/> Cuántos horas al día tiene servicio de acueducto <input type="text"/> La presión con la que llega le permite bañarse y operar inodoros <input type="text"/> Durante los últimos 15 días alguien se enfermó de diarrea o dengue? <input type="text"/> En esta casa hierven el agua <input type="text"/> El servicio que tiene es: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>			SI	NO	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mal olor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mal sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	G. COMPRA AGUA DE OTRAS FUENTES Compran agua de otras fuentes? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> De cuáles? <input type="checkbox"/> agua embotada en botella bolsa o garrafa <input type="checkbox"/> Agua en latas de otros suministradores <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Carrotanque? <input type="checkbox"/> ¿Cuánto dinero gasta semanalmente \$ <input type="text"/>																									
	SI	NO																																					
Turbiedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
Mal olor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
Mal sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
D. USOS DEL AGUA DE ACUEDUCTO <table border="1"> <tr> <th></th> <th>Día</th> <th>Semana</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> <th>Nunca</th> </tr> <tr> <td>Cada cuanto se bañan los miembros del hogar</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cada cuanto riegan jardines</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cada cuanto lavan vehículos o animales</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cada cuanto lavan pisos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cuántas veces a la semana lavan ropa</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Día	Semana	Mes	Año	Nunca	Cada cuanto se bañan los miembros del hogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cada cuanto riegan jardines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cada cuanto lavan vehículos o animales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cada cuanto lavan pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cuántas veces a la semana lavan ropa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	H. DISPONIBILIDAD DE PAGO Le llega factura de servicio de acueducto y alcantarillado <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> Consumo /mes (m³) <input type="text"/> Valor factura de acueducto (\$/m³) <input type="text"/> Valor total de la factura recibida (\$/m³) <input type="text"/>	
	Día	Semana	Mes	Año	Nunca																																		
Cada cuanto se bañan los miembros del hogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
Cada cuanto riegan jardines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
Cada cuanto lavan vehículos o animales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
Cada cuanto lavan pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
Cuántas veces a la semana lavan ropa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
E. ALMACENAMIENTO DE AGUA Para cuántos días podría alcanzarle su almacenamiento? <input type="text"/>		I. ACARREO DE AGUA PARA USO DEL HOGAR ¿Algún miembro de la familia acarrea agua para el uso en el hogar? <input type="text"/> ¿Cuánto tiempo utilizan los miembros para esa labor? <input type="text"/> horas/semana ¿Cuánto agua utiliza el hogar normalmente? <input type="text"/> Litros/semana																																					

Elaboró: Ing. Javier Alvarado
 Aprobó: Ing. Liliana Paternina

ELABORÓ
 AP Ingeniería Diseño y Construcción s.a.s.

Fecha de Actualización: 05/12/2013

Formato No. AP-TEC-004_CATUARIOS

FORMATO CATASTRO DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO FICHA CENSO DE USUARIOS Y CONEXIONES			
IDENTIFICACION DE LA ENCUESTA			
ENCUESTA N°:	18	FECHA:	05/02/2019
		No de Ruta:	_010
Prestador del Servicio		Información Básica del Suscriptor	
E.S.P.: NO EXISTENTE		NOMBRE DE USUARIO O SUSCRIPTOR: GUNDIZALVO TORRES LOZANO	
Municipio: Araucuita		NUMERO DE IDENTIFICACION: 96166084 ARAUQUITA	
Otro: Cual?:		NUMERO DE PERSONAS: 1	
Percepción del servicio prestado:		NUMERO DE FAMILIAS: 1	
Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Sin <input checked="" type="checkbox"/>		TELEFONO: NO DISPONIBLE	
Continuidad del servicio:		CORREO ELECTRONICO: NO TIENE	
24 Horas <input type="checkbox"/> Cortes Diarios <input type="checkbox"/> Por Hora <input type="checkbox"/>		USUARIO FACTIBLE: Actual <input type="checkbox"/> Proyectado <input checked="" type="checkbox"/> Activo <input type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Corte semanal <input type="checkbox"/> Corte Mensual <input type="checkbox"/> Corte día <input type="checkbox"/>			
INFORMACION DEL PREDIO			
DIRECCIÓN: GUNDIZALVO TORRES		CODIGO DE USUARIO: _01000900000	
OBSERVACION: MENTONA NO QUERER EL SERVICIO, YA QUE CAMBIARA LUGAR DE RESIDENCIA.		CODIGO CATASTRAL: NO DISPONIBLE	
PERSONA QUE MANEJA PLANCHON EN EL RIO ELE		ESTRATO: SIN ESTRATIFICAR	
CASA: EN OBRA		REGISTRO FOTOGRAFICO DEL PREDIO	
SECTOR: VEREDA CAÑAS BRAVAS SECTOR BOCAS DEL ELE			
CODIGO DEL BARRIO: N/A		NOMBRE DEL BARRIO: N/A	
Observaciones Generales del Predio			
Estado del Predio:			
Cerrada <input type="checkbox"/>	Demolición <input type="checkbox"/>	Desocupado <input type="checkbox"/>	En Obra <input checked="" type="checkbox"/>
Ocupada <input checked="" type="checkbox"/>	Parque <input type="checkbox"/>	Zona Verde <input type="checkbox"/>	Imposible entrevista <input type="checkbox"/>
Tipo de servicio:			
Comercial <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>	Residencial <input checked="" type="checkbox"/>	Residenciales <input type="checkbox"/>
Especial <input type="checkbox"/>	Oficial <input type="checkbox"/>	No Residencial <input type="checkbox"/>	Nombre Establecimiento: NO APLICA
Servicios Públicos prestados			
Alcantarillado Legal <input type="checkbox"/> Aseo <input type="checkbox"/> Tipo de Vertimientos de las Aguas Negras:			
Alcantarillado provisional <input type="checkbox"/>	Energía <input checked="" type="checkbox"/>	Tubería <input type="checkbox"/>	Canal <input type="checkbox"/>
Sin Alcantarillado legal <input type="checkbox"/>	Alumbrado <input type="checkbox"/>	Otro <input checked="" type="checkbox"/>	Cual? POZO SEPTICO
Teléfono <input type="checkbox"/>	Gas <input checked="" type="checkbox"/>		
TV - Cable <input type="checkbox"/>			
INFORMACION DE CONEXIÓN			
Tipo de Conexión:			
Provisional <input type="checkbox"/>	Legal, Normal <input type="checkbox"/>	Clandestina <input type="checkbox"/>	Derivada <input type="checkbox"/> Independiente <input type="checkbox"/> No Contabilizada <input type="checkbox"/>
Diámetro Acometida:			
1/2 pulgada <input type="checkbox"/>	3/4 pulgada <input type="checkbox"/>	5/8 pulgada <input type="checkbox"/>	1 pulgada <input type="checkbox"/> 1 1/2 pulgada <input type="checkbox"/>
Material de Acometida:			
PVC <input type="checkbox"/>	Asbesto <input type="checkbox"/>	Cemento <input type="checkbox"/>	Cobre <input type="checkbox"/> Hierro Acerado <input type="checkbox"/> Hierro Fundido <input type="checkbox"/> Hierro Galvanizado <input type="checkbox"/>
INFORMACION DEL MEDIDOR			
Tiene Medidor: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
Localización del medidor:			
Piso Individual <input type="checkbox"/>	Piso Batería <input type="checkbox"/>	Muro individual <input type="checkbox"/>	Muro Nicho <input type="checkbox"/> Muro externo <input type="checkbox"/>
Posición del medidor:			
Horizontal <input type="checkbox"/>	Vertical <input type="checkbox"/>	Inclinado <input type="checkbox"/>	
Estado de la caja:			
Buena <input type="checkbox"/>	Sin Caja <input type="checkbox"/>	Mal Estado <input type="checkbox"/>	Tapada <input type="checkbox"/> Inundada <input type="checkbox"/>
Estado de la Tapa:			
Buena <input type="checkbox"/>	Sin Tapa <input type="checkbox"/>	Trabada <input type="checkbox"/>	Quebrada <input type="checkbox"/> Falta Pasador <input type="checkbox"/>
Estado del Medidor:			
<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Mal estado	<input type="checkbox"/> No funciona	<input type="checkbox"/> Sin conectar
<input type="checkbox"/> Tapada en Cemento/Tierra	<input type="checkbox"/> Escape antes del medidor	<input type="checkbox"/> Escape Después del medidor	<input type="checkbox"/> Cúpula rayada
Marca:			
<input type="checkbox"/> Bagder	<input type="checkbox"/> Aquaflojas	<input type="checkbox"/> Iberoconta	<input type="checkbox"/> Woltmang
<input type="checkbox"/> C.V.M	<input type="checkbox"/> Meinecke	<input type="checkbox"/> Cosmos	<input type="checkbox"/> Laos
<input type="checkbox"/> Trident	<input type="checkbox"/> Acumetro	<input type="checkbox"/> Aishi Tokai	<input type="checkbox"/> Otro
<input type="checkbox"/> Távira	<input type="checkbox"/> Tr 4	<input type="checkbox"/> Multimag	<input type="checkbox"/> Cual?
<input type="checkbox"/> Iguassu	<input type="checkbox"/> Actaris	<input type="checkbox"/> Scholumberger	
<input type="checkbox"/> Acua Forjas	<input type="checkbox"/> Zachi		
Lectura Actual: Negros <input type="text"/> Rojas <input type="text"/>			
Número de Serie del medidor: <input type="text"/>			
INFORMACION DE ALMACENAMIENTO			
Tanque de almacenamiento:			
Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Capacidad del tanque	<input type="text" value="250"/> Litros	
Controles en tanques:			
Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Flotador	<input type="checkbox"/>	Válvula de cheque <input type="checkbox"/>
ELABORÓ			
Elaboró: Ing. Javier Alvarado			
Aprobó: Ing. Liliana Paternina			
AP Ingeniería Diseño y Construcción s.a.s.			
Fecha de Actualización: 05/12/2013			



FORMATO CATASTRO DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO
FICHA CENSO ENCUESTA NIVEL SOCIOECONOMICO

ENCUESTA DE CARACTERIZACION

A. IDENTIFICACION Departamento: <input type="text" value="ARAUCA"/> Fecha entrevista: <input type="text" value="05/02/2018"/> Municipio: <input type="text" value="ARAUQUITA"/> Encuestador: <input type="text" value="ERNESTO PATERMINA"/> Vereda: <input type="text" value="CAÑAS BRAVAS"/> Nombre jefe de Hogar: <input type="text" value="GONZALO TORRES LOZANO"/>		F. CARACTERISTICAS DEL HOGAR Cuántas personas forman parte del hogar? <input type="text" value="1"/> Jefe de hogar hombre: <input type="text" value="1"/> Hijos mayores de 15 años: <input type="text"/> Jefe de hogar mujer: <input type="text"/> Otros parientes: <input type="text"/> Esposo de jefe de hogar: <input type="text"/> Otros no parientes (empleados): <input type="text"/> Hijos menores de 15 años: <input type="text"/>	
B. SERVICIO DE ALCANTARILLADO Que destino tienen las aguas residuales de su hogar: pozo séptico <input checked="" type="checkbox"/> letrina <input type="checkbox"/> otro <input type="checkbox"/> El mantenimiento o limpieza de pozo o letrina tiene costo? <input type="text" value="NO"/> cual? <input type="text" value="NO SE HACE"/> Cada cuanto le hace limpieza al pozo o letrina: año <input type="text"/> mes <input type="text"/>		Cuántas personas del hogar trabajan y/o reciben remuneración: <input type="text" value="1"/> Cual es el ingreso del hogar (més): \$ <input type="text" value="200 000,00"/> Cuántos fueron los gastos del hogar el mes pasado: \$ <input type="text" value="300 000,00"/>	
C. SERVICIO Y CALIDAD DEL AGUA Tiene servicio de acueducto: <input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no El agua que recibe presenta alguna de las siguientes condiciones: Cuántas llaves o grifos tiene? <input type="text" value="8"/> Turbiedad: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cuántos días a la semana tiene servicio de acueducto: <input type="text" value="7"/> días Mal olor: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cuántos horas al día tiene servicio de acueducto: <input type="text" value="24"/> horas Mal sabor: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO La presión con la que llega le permite bañarse y operar inodoros: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Durante los últimos 15 días alguien se enfermó de diarrea o dengue? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO En esta casa hierven el agua: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		G. COMPRA AGUA DE OTRAS FUENTES Compran agua de otras fuentes? <input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no De cuales? <input type="checkbox"/> agua embotada en botella bolsa o garrafa <input type="checkbox"/> Agua en latas de otros suministradores Carrotanque? <input type="checkbox"/> Cuanto dinero gasta semanalmente: \$ <input type="text"/>	
D. USOS DEL AGUA DE ACUEDUCTO Cada cuanto se bañan los miembros del hogar: <input type="text" value="1"/> Día <input type="text"/> Semana <input type="text"/> Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/> Nunca Cada cuanto riegan jardines: <input type="text"/> Día <input type="text"/> Semana <input type="text"/> Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/> Nunca Cada cuanto lavan vehículos o animales: <input type="text"/> Día <input type="text"/> Semana <input type="text"/> Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/> Nunca Cada cuanto lavan pisos: <input type="text"/> Día <input type="text"/> Semana <input type="text"/> Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/> Nunca Cuántas veces a la semana lavan ropa: <input type="text"/> Día <input type="text"/> Semana <input type="text"/> Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/> Nunca		H. DISPONIBILIDAD DE PAGO Le llega factura de servicio de acueducto y alcantarillado: <input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no Consumo /mes (m³): <input type="text"/> Valor factura de acueducto (\$/m³): <input type="text"/> Valor total de la factura recibida (\$/m³): <input type="text"/>	
E. ALMACENAMIENTO DE AGUA Para cuantos días podría alcanzarle su almacenamiento? <input type="text" value="2"/> DIAS		I. ACARREO DE AGUA PARA USO DEL HOGAR Algún miembro de la familia acarrea agua para el uso en el hogar? <input type="text" value="NO"/> Cuanto tiempo utilizan los miembros para esa labor? <input type="text"/> horas/semana Cuanto agua utiliza el hogar normalmente? <input type="text"/> Litros/semana	


Elaboró: Ing. Javier Alvarado
 Aprobó: Ing. Liliana Paternina

ELABORÓ
 AP Ingeniería Diseño y Construcción s.a.s.

Fecha de Actualización: 05/12/2013

Anexo D Prueba de Bombeo

Formato No: AP-TEC-ESTSUELOS-020

 FORMATO PRUEBA DE BOMBEO								
APRINCIPAL	Cód. Proyecto:	OBJETO DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUGUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA						
	Vereda / Municipio:	Vereda Cañas Bravas, Sector Bocas del Ele del municipio Arauguita			Departamento:	Arauca		
	Elaboró:	Ing. Javier Alvarado	Cargo:	Ing. Proyectos	Fecha:	2018/02/25		
Fecha/Hora inicio:		25/02/2018 3:50 p.m	Fecha/Hora fin:		27/02/2018 5:50 a.m	Ubicación- Coordenadas:	Capacidad De la bomba (L/s):	1,50
Medidor de nivel: Sonda de nivel		Método (Escalonado/Permanente): Permanente		Ubicación- Coordenadas: N: 6°42'17" W: 71°2'58"		Profundidad Pozo (m):		88
						Profundidad de Bombeo (m):		40
NÚMERO DE LECTURA	FECHA	MINUTO/HORA (a partir de 60 min contabilizar horas)	NIVEL DINÁMICO (m) (1)	NIVEL ESTÁTICO (m) (2)	ABATIMIENTO (m) (3)=(1)-(2)	CAUDAL (L/S)	NIVEL DINÁMICO RECUPERACION (m)	SUCIA (S) TURBIA (T) CLARA (CL)
1	2018-02-25	Antes de iniciar bombeo	0.000	3.410	-3.41	0	4.880	CL
2	2018-02-25	15 s 3:50:15 p.m	4.610		1.20	1.513	3.530	CL
3	2018-02-25	30 s 3:50:30 p.m	4.640		1.23	1.507	3.480	CL
4	2018-02-25	45 s 3:50:45 p.m	4.680		1.27	1.520	3.470	CL
5	2018-02-25	1 min 3:51 p.m	4.680		1.27	1.516	3.470	CL
6	2018-02-25	2 min 3:52 p.m	4.620		1.21	1.511	3.460	CL
7	2018-02-25	3 min 3:53 p.m	4.610		1.20	1.506	3.460	CL
8	2018-02-25	4 min 3:54 p.m	4.640		1.23	1.503	3.450	CL
9	2018-02-25	5 min 3:55 p.m	4.620		1.21	1.516	3.450	CL
10	2018-02-25	10 min 4:00 p.m	4.640		1.23	1.513	3.450	CL
11	2018-02-25	15 min 4:05 p.m	4.640		1.23	1.507	3.450	CL
12	2018-02-25	20 min 4:10 p.m	4.650		1.24	1.496	3.450	CL
13	2018-02-25	25 min 4:15 p.m	4.650		1.24	1.503	3.450	CL
14	2018-02-25	30 min 4:20 p.m	4.650		1.24	1.504	3.450	CL
15	2018-02-25	45 min 4:35 p.m	4.670		1.26	1.498	3.440	CL
16	2018-02-25	60 min 4:50 p.m	4.710		1.30	1.498	3.440	CL
17	2018-02-25	1:20 h 5:10 p.m	4.680		1.27	1.500	3.430	CL
18	2018-02-25	1:40 h 5:30 p.m	4.670		1.26	1.510	3.430	CL
19	2018-02-25	2 h 5:50 p.m	4.690		1.28	1.502	3.420	CL
20	2018-02-25	2:30 h 6:20 p.m	4.690		1.28	1.504	3.420	CL
21	2018-02-25	3 h 6:50 p.m	4.710		1.30	1.498		CL
22	2018-02-25	4 h 7:50 p.m	4.700		1.29	1.498		CL
23	2018-02-25	5 h 8:50 p.m	4.710		1.30	1.506		CL
24	2018-02-25	7 h 10:50 p.m	4.720		1.31	1.505		CL
25	2018-02-26	9 h 12:50 a.m	4.700		1.29	1.514		CL
26	2018-02-26	13 h 4:50 a.m	4.720		1.31	1.503		CL
27	2018-02-26	19 h 10:50 a.m	4.800		1.39	1.500		CL
28	2018-02-26	24 h 3:50 p.m	4.810		1.40	1.500		CL
29	2018-02-26	32 h 11:50 p.m	4.850		1.44	1.532		CL
30	2018-02-27	38 h 5:50 a.m	4.880		1.47	1.526		CL
31								
32								

Elaboró: José Correa
Aprobó: Ing. Liliana Paternina

AP Ingenio Diseño y Construcción S.A.S.

Fecha: 18/10/2014

INFORME PRUEBA DE
BOMBEO POZO CASERÍO
BOCAS DEL ELE,
MUNICIPIO DE
ARAUQUITA,
DEPARTAMENTO DE
ARAUCA

En esta ecuación se involucra explícitamente el tiempo de bombeo, para poder construir las curvas de acuerdo a ese tiempo.

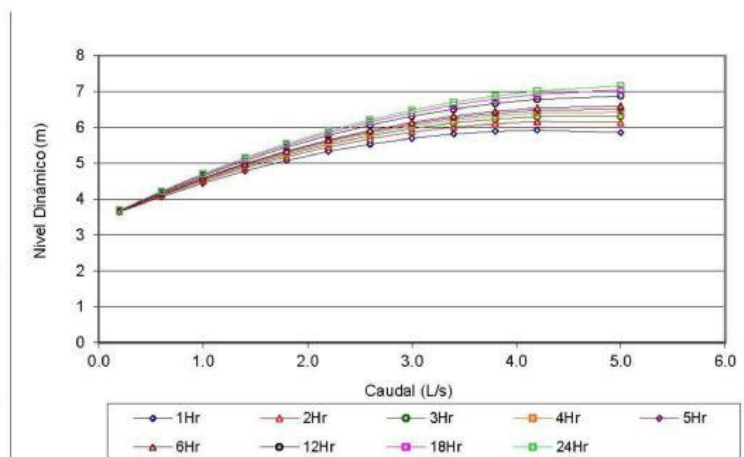


Figura 4-5. Gráfico de capacidad de producción del pozo

De acuerdo con la Figura 4-5, el pozo del caserío de Bocas del Ele es capaz de aportar un caudal máximo de 5 l/s. Haciendo la evaluación para este caudal, se alcanzaría un nivel dinámico de 6.9 m (abatimiento de 3.49 m), bombeando durante 12 hr continuas.



INFORME PRUEBA DE
BOMBEO POZO CASERÍO
BOCAS DEL ELE,
MUNICIPIO DE
ARAUQUITA,
DEPARTAMENTO DE
ARAUCA

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La prueba de bombeo desarrollada tuvo una duración de 38 hr, en las cuales se alcanzó un nivel dinámico de 5.31 m, logrando un descenso de 1.9 m.
- La prueba de recuperación tuvo una duración de 2.5hr y se alcanzó a recuperar el 100% del nivel estático.
- El caudal de bombeo constante con el cual se desarrolló la prueba fue de 1.5 L/s.
- Los resultados de la prueba de bombeo y recuperación mostraron una transmisividad entre 83.5 y 123 m²/d y una conductividad hidráulica entre 3.16 y 4.65 m/d. El coeficiente de almacenamiento obtenido tiene un valor de 5.17×10^{-4} , indicando que se trata de un acuífero semiconfinado.
- Se calculó un radio de influencia para el pozo de 758m.
- Se recomienda que el acuífero siga siendo bombeado al régimen actual, dejándolo en reposo durante la temporada invernal, permitiendo su recarga.
- El pozo del caserío Bocas del Ele es capaz de aportar un caudal máximo de 5 l/s.
- Para un caudal de 5 l/s, se alcanzaría un nivel dinámico de 6.9 m (abatimiento de 3.49 m), bombeando durante 12 hr continuas.





INGEO ESTUDIOS TÉCNICOS LTDA
Consultores Civiles

INTRODUCCIÓN

Como inicios dentro del proceso de construcción de un tanque de agua, se resalta la realización de estudios y diseños para dar sustento profesional e idóneo a las construcciones a realizarse, por ello dentro del marco geotécnico se encarga a INGENIERIA CIVIL, consultoría delegada para realizar el estudio de suelos y recomendaciones de cimentación para el diagnóstico y diseño soluciones individuales de la vereda Cañas Bravas del Sector Bocas del Ele, Municipio de Arauquita, Departamento de Arauca.

El presente documento de estudio determina las características geo mecánicas del suelo con base en lo cual definir el nivel apropiado para la cimentación, así como también seleccionar la capacidad portante admisible del suelo: características evaluadas en función del tipo de estructura y de las cargas que esta transmite al terreno de fundación.

Igualmente se presentan los resultados de la investigación del subsuelo, los análisis de ingeniería, las conclusiones y recomendaciones para el diseño, de la construcción de la cimentación.



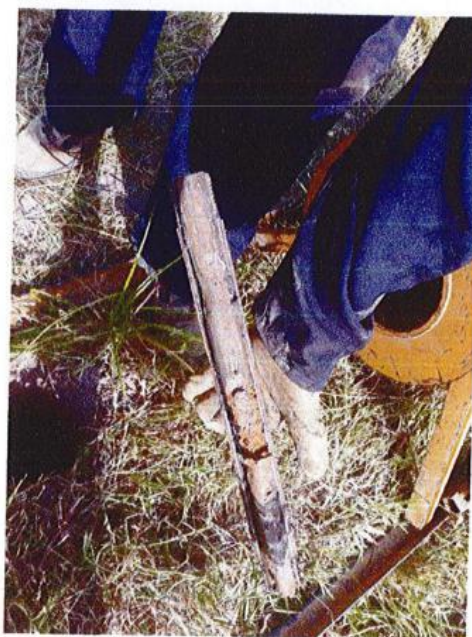
INGEO ESTUDIOS TÉCNICOS LTDA
Consultores Cíviles

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

EXPLORACIÓN, MUESTREO Y ENSAYOS IN SITU.

Para determinar la estratificación y las características generales de resistencia del subsuelo, predecir su comportamiento y evaluar las amenazas geotécnicas existentes, en esta primera parte del estudio, dedicado a las labores del campo, también se realizaron cuatro (4) sondeos exploratorios del subsuelo, llevados a una profundidad de quince (15) metros, las perforaciones se realizaron manualmente empleando un equipo SPT y de ellos se obtuvieron unas muestras alteradas e inalteradas para los ensayos de laboratorio requeridos así como también las dimensiones y el reconocimiento de los diferentes estratos del subsuelo.

ILUSTRACIÓN 4 EXPLORACIÓN Y MUESTREO



Fuente Propia

Calle 16 No 14-50 Funza Cundinamarca Cel 8260856-8234362 Cel 3112911046-3002278969-3112380449
e mail ingeoestudiostecnicosltida@gmail.com

EVALUACIÓN
GEOELÉCTRICA PARA LA
PROSPECCIÓN DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS Y
PROSPECCIÓN
LITOLÓGICA DEL
CASERÍO BOCAS DEL ELE
EN EL MUNICIPIO DE

SEV 3		
Espesor (m)	Litología Resistividad	Descripción
0-2.8	701 ? m	Capa vegetal
2.8-7.1	23 ? m	Limos
7.1-42.1	269 ? m	Gravas
42.1-152.1	65 ? m	Arenas arcillosas saturadas
>152.1	250 ? m	Arenas saturadas

Nivel freático

Figura 8. Columna litológica esperada SEV03

Fuente: El Consultor

El SEV3 muestra la presencia de 5 capas geoelectricas, las cuales se describen a continuación. La primera capa, de 2.8 m de espesor y una resistividad de 701 Ω .m corresponde a cobertura vegetal. La segunda capa, con una resistividad de 23 Ω .m y un espesor de 4.3 m corresponde a limos. La tercera capa, con un espesor de 35 m y una resistividad de 269 Ω .m corresponde a gravas. La cuarta capa, con un espesor de 110 m y una resistividad de 65 Ω .m corresponde a arenas arcillosas. Finalmente, la quinta capa, con una resistividad de 250 Ω .m y un espesor indeterminado a partir del estudio, corresponde a arenas. Se estim que el nivel freático se encuentra hacia los 8 m de profundidad, por lo cual los materiales encontrados bajo esta profundidad se encontrarán saturados.



7. PREDISEÑO RECOMENDADO DEL POZO

De acuerdo a la información arrojada por los SEVs, en el área de estudio existe la posibilidad de encontrar paquetes de arenas y gravas saturados que podrían ser explotados a través de un pozo.

En todos los SEVs se observa a presencia de estos paquetes, pero es recomendable que la perforación del pozo sea hacia los alrededores del SEV 3, ya que se observan paquetes con mayor favorabilidad.

Los SEVs muestran que los paquetes explotables corresponden a una intercalación de gravas y arenas, materiales de origen cuaternario, que alcanzan a tener un espesor total de hasta 150 m.

En proximidades del SEV 3 se encuentra un pozo de 88 metros de profundidad con capacidad de aportar un caudal máximo de 5 l/s, datos que corroboran los datos obtenidos en el presente estudio y apropiados para la captación del acuífero identificado.

Se recomienda la perforación de un pozo exploratorio de 100 m de profundidad con el objetivo de identificar el espesor y calidad del acuífero. De acuerdo con los materiales encontrados durante la perforación, los cuales deben ser analizados a través de muestras metro a metro debe decidirse si se completa o no el pozo.

Se recomienda iniciar la perforación con un diámetro de 10", una vez alcanzada la profundidad de 100 m se deberá realizar el registro eléctrico de pozo y comparar con las muestras litológicas y si los resultados evidencian paquetes con potencial de aportar recurso hídrico significativo se recomienda completar el pozo entubando con tubería de 6", con mínimo 30 m de filtro.

En la Figura 7 se presenta el prediseño del pozo.



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La geofísica es un método económico y rápido, pero indirecto, para analizar las unidades del subsuelo, por esta razón es necesario corroborar la información obtenida en campo con perforaciones exploratorias y registros eléctricos para que de esta manera se pueda tener información exacta de la geología subterránea del sector y su importancia hidrogeológica.
- Los SEVs muestran la presencia de intercalaciones de gravas y arenas con posibilidad de estar saturadas.
- En proximidades del SEV 3 se encuentra un pozo de 88 metros de profundidad con capacidad de aportar un caudal máximo de 5 l/s, datos que corroboran los datos obtenidos en el presente estudio y apropiados para la captación del acuífero identificado.
- Se recomienda la perforación de un pozo exploratorio en las inmediaciones donde fue realizado el SEV 1, con el fin de verificar la existencia de aguas subterráneas con posibilidad de ser explotadas.
- El pozo debe ser perforado a una profundidad de 100 m, en un diámetro de 10"; una vez alcanzada esta profundidad se deberá realizar el registro eléctrico de pozo y comparar con las muestras litológicas y si los resultados evidencian paquetes con potencial de aportar recursos hídricos significativos se recomienda completar el pozo entubando con tubería de 6", con mínimo 30 m de filtro.
- Los cortes de perforación metro a metro se deberán comparar con los registros eléctricos de pozo, para de esta manera obtener un diseño de ubicación de los filtros el cual le brinde una mayor eficiencia al pozo.
- Debe realizarse una prueba de bombeo en el pozo con el fin de determinar el régimen de bombeo adecuado para el pozo.
- Deberá tomarse una muestra de agua una vez realizada la limpieza y desinfección del pozo para conocer su calidad y posible necesidad de tratamiento.



Anexo G Caracterización agua cruda - Pozo-02 y Rio Ele

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-0027-18

Bogota D.C., Marzo 22 de 2018

Pagina 2 de 3

DATOS DEL CLIENTE	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA
AP INGENIO DISEÑO Y CONSTRUCCION S.A.S JAVIER ALVARADO CALLE 22F N° 83-03 4701455	PRODUCTO/MATRIZ: AGUA SUBTERRANEA MUESTREO A CARGO DE: CLIENTE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: N.E. PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: N.A. IDENTIFICACION DE MONITOREO: N.E. NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: 1 LUGAR DE MUESTREO: VEREDA CAÑAS BRAVAS SECTOR BOCAS DEL ELE TIPO DE MUESTREO: N.E.
FECHA DE MUESTREO: 2018-02-27	FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2018-02-28
FECHA DE ANALISIS: 2018-02-28 AL 2018-03-22	
Rango de Temperatura Ambiente Durante los Ensayos (°C): 13 - 35 :: Humedad Relativa Durante los Ensayos (%): < 80	

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	POZO PROFUNDO O-02 B.DELELE	LIMITES RESOLUCION 2115 DE 2007 MAVDT
				ANTEK 97	
NITROGENO TOTAL (SC-1)	mg/L	CALCULO NITROGENO TOTAL KJELDAHL, NITRATOS NITRITO		<0,3	N.E.
CIANURO LIBRE	mg/L CN	COLORIMETRICO	SM 4500-CN E	<0,01	0,05
FOSFORO TOTAL	mg/L P	DIGESTION - COLORIMETRICO	SM 4500-P E	0,198	N.E.
FLUORUROS	mg/L	ELECTRODO ION SELECTIVO	SM 4500 F - SM 4500 C	<0,050	1,0
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SECADO A 103-105° C - GRAVIMETRICO	SM 2540 D	51	N.E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	GRAVIMETRICO / SECADO 180°C	SM 2540 C	75,8	N.E.
CALCIO	mg/L	E.A.A.	SM 3111 D	9,68	60
COBRE	mg/L	I.C.P	SM 3030E - SM 3120B	<0,148	N.E.
HIERRO	mg/L	I.C.P	SM 3030E - SM 3120B	>0,31	N.E.
MAGNESIO	mg/L	E.A.A.	SM 3111 B	8,62	36
MANGANESO	mg/L	I.C.P	SM 3030E - SM 3120B	0,515	N.E.
MERCURIO	mg/L	E.A.A./V.F.	SM 3112 B	<0,002	0,001
PLOMO	mg/L	I.C.P	SM 3030E - SM 3120B	<0,036	N.E.
SODIO DISUELTO	mg/L	E.E.A.	SM 3111 B	0,121	N.E.
BARIO	mg/L	I.C.P.	SM 3030E - SM 3120B	<0,104	N.E.

N.E.: NO ESTABLECIDO N.A.: NO APLICA E.A.A.: ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA I.C.P.: PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE E.E.A.: ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA E.A.A.E.: ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA ELECTROTÉRMICA SC.: SUBCONTRATADO

OBSERVACIONES:

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 22nd EDITION 2012, APHA, AWWA, WEF.

RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S) - PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO - LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTO O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE - LOS LABORATORIOS CON LOS QUE SE SUBCONTRATAN ANALISIS SON ACREDITADOS POR EL INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM EL CUAL NO ES UN ORGANISMO DE ACREDITACION FIRMANTE DEL ACUERDO DE RECONOCIMIENTO MULTILATERAL DE ILAC (INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION). EL MINISTERIO DE AMBIENTE BAJO EL DECRETO 1800 DEL 27 DE JULIO DE 1994. DELEGA AL IDEAM COMO ORGANISMO PARA DIRIGIR Y COORDINAR EL SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL Y LA RED DE LABORATORIOS QUE PRODUZCAN DATOS E INFORMACION FISICA, QUIMICA Y BIOTICA A NIVEL NACIONAL.

AUTORIZO

Químico Danilo Torres Avila
Director de Laboratorio

Calle 25B No. 85B - 54. Bogota, D.C. - Colombia. PBX (57) 1 - 744 2529
anteksas@anteksas.com - reportes@anteksas.com - www.anteksas.com

RT-5-10-56 V.2

ANTEK - OSOWMID3L7E4 - SOLUCIONES ANALITICAS PARA LA INDUSTRIA

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-0026-18

Bogotá D.C., Marzo 22 de 2018

Pagina 2 de 3

DATOS DEL CLIENTE	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA
AP INGENIO DISEÑO Y CONSTRUCCION S.A.S JAVIER ALVARADO CALLE 22F N° 83-03 4701455 gerencia@apindico.com	PRODUCTO/MATRIZ: AGUA SUPERFICIAL MUESTREO A CARGO DE: CLIENTE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: N.E. PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: N.A. IDENTIFICACION DE MONITOREO: N.E. NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: 1 LUGAR DE MUESTREO: RIO ELE - VEREDA CAÑAS BRAVAS SECTOR BOCAS DEL ELE TIPO DE MUESTREO: N.E.
FECHA DE MUESTREO: 2018-02-27	FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2018-02-28
FECHA DE ANALISIS: 2018-02-28 AL 2018-03-22	
Rango de Temperatura Ambiente Durante los Ensayos (°C): 13 - 35 :: Humedad Relativa Durante los Ensayos (%): < 80	

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	RIO ELE	LIMITES RESOLUCION 2115 DE 2007 MAVDT
				ANTEK 96	
NITROGENO TOTAL (SC-1)	mg/L	CALCULO NITROGENO TOTAL KJELDAHL, NITRATOS NITRITO		<3,3	N.E.
CIANURO LIBRE	mg/L CN	COLORIMETRICO	SM 4500-CN E	<0,01	0,05
FOSFORO TOTAL	mg/L P	DIGESTION - COLORIMETRICO	SM 4500-P E	0,285	N.E.
FLUORUROS	mg/L	ELECTRODO ION SELECTIVO	SM 4500 F - SM 4500 C	0,094	1,0
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SECADO A 103-105° C - GRAVIMETRICO	SM 2540 D	71	N.E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	GRAVIMETRICO / SECADO 180°C	SM 2540 C	80,0	N.E.
CALCIO	mg/L	E.A.A.	SM 3111 D	6,24	60
COBRE	mg/L	I.C.P.	SM 3030E - SM 3120B	<0,148	N.E.
HIERRO	mg/L	I.C.P.	SM 3030E - SM 3120B	>0,31	N.E.
MAGNESIO	mg/L	E.A.A.	SM 3111 B	5,1	36
MANGANESO	mg/L	I.C.P.	SM 3030E - SM 3120B	<0,098	N.E.
MERCURIO	mg/L	E.A.A./V.F.	SM 3112 B	<0,002	0,001
PLOMO	mg/L	I.C.P.	SM 3030E - SM 3120B	<0,036	N.E.
SODIO DISUELTO	mg/L	E.E.A.	SM 3111 B	0,146	N.E.
BARIO	mg/L	I.C.P.	SM 3030E - SM 3120B	<0,104	N.E.

N.E. : NO ESTABLECIDO N.A. : NO APLICA E.A.A. : ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA I.C.P. : PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE E.E.A. : ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA E.A.A.E. : ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA ELECTROTÉRMICA SC.:SUBCONTRATADO

OBSERVACIONES:

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 22nd EDITION 2012, APHA, AWWA, WEF.

RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S) - PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO - LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTO O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE - LOS LABORATORIOS CON LOS QUE SE SUBCONTRATAN ANALISIS SON ACREDITADOS POR EL INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM EL CUAL NO ES UN ORGANISMO DE ACREDITACION FIRMANTE DEL ACUERDO DE RECONOCIMIENTO MULTILATERAL DE ILAC INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION, EL MINISTERIO DE AMBIENTE BAJO EL DECRETO 1800 DEL 27 DE JULIO DE 1994. DELEGA AL IDEAM COMO ORGANISMO PARA DIRIGIR Y COORDINAR EL SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL Y LA RED DE LABORATORIOS QUE PRODUZCAN DATOS E INFORMACION FISICA, QUIMICA Y BIOTICA A NIVEL NACIONAL.

AUTORIZO

Químico Danilo Torres Avila
Director de Laboratorio

Calle 25B No. 85B - 54. Bogotá, D.C. - Colombia. PBX (57) 1 - 744 2529
anteksas@anteksas.com - reportes@anteksas.com - www.anteksas.com

RT-5.10-56 V.2

ANTEK - OSOMIDELTEA - SOLUCIONES ANALITICAS PARA LA INDUSTRIA